

Suomessa tuotetun raakamaidon biologiset vaarat



Eviran tutkimuksia 4/2012

Suomessa tuotetun raakamaidon biologiset vaarat



Kuvailulehti

| | |
|----------------------------------|--|
| Julkaisija | Elintarviketurvallisuusvirasto Evira |
| Julkaisun nimi | Suomessa tuotetun raakamaidon biologiset vaarat -riskiprofiili |
| Tekijät | Jonna Perkiömäki, Anna Leimi ja Pirkko Tuominen |
| Tiivistelmä | <p>Oheisessa selvityksessä on tunnistettu ja kuvattu suomalaisen leh- män ja vuohen raakamaidossa mahdollisesti olevia biologisia vaa- roja, joista saattaa aiheutua kuluttajalle terveydellistä haittaa, sekä keinoja riskin vähentämiseksi.</p> <p>Raakamaidon kulutus on ollut Suomessa toistaiseksi vähäistä (n. 1 % maidon ja maitotuotteiden kulutuksesta), mutta käyttäjissä on myös riskiryhmiin kuuluvia kuluttajia. Kuluttajariskiä lisää joissakin koti- keittiössä sovelletut raakamaidon pitkät säilytysajat ja korkeat säily- tyslämpötilat. Selvityksen perusteella tärkeimmät biologiset tekijät, jotka voivat aiheuttaa raakamaidon elintarviketurvallisuusriske- jä Suomessa, ovat EHEC-, Listeria monocytogenes-, salmonella- ja kampylobakteerit. Ne saattavat aiheuttaa vakavia sairauksia ja jälki- tauteja, ja niitä kaikkia on todettu suomalaisissa tuotantoeläimissä, ihmisissä ja navettaympäristössä.</p> <p>Suomalainen elintarviketurvallisuusjärjestelmä ei ota kovin hyvin huomioon raakamaidon tuotannon ja kulutuksen erityisominaisuuksia vaan riskinhallinta perustuu pitkälti hyvien hygieniakäytäntö- jen lisäksi maidossa olevia mikrobeja tuhoavaan pastörointiin. Sen vuoksi olisi perusteltua luoda raakamaidon myyntimäärään ja toi- mintaan suhteutettu yhtenäinen, mahdollisia riskejä ennaltaehkäi- sevä kansallinen järjestelmä, sekä lisätä raakamaidon kanssa toi- mivien yritysten ja kuluttajien tietoa hyvistä tuotantotavoista ja turvallisesta käytöstä.</p> |
| Julkaisuaika | Elokuu 2012 |
| Asiasanat | Raakamaito, riskiprofiili, elintarviketurvallisuus |
| Julkaisusarjan nimi ja numero | Eviran tutkimuksia 4/2012 |
| Sivuja | 131 |
| Kieli | Suomi |
| Luottamuksellisuus | Julkinen |
| Julkaisun kustantaja | Elintarviketurvallisuusvirasto Evira |
| Taitto | Elintarviketurvallisuusvirasto Evira, virastopalveluyksikkö |
| | ISSN 1797-2981 ISBN 978-952-225-113-8 |

Beskrivning

| | |
|--|--|
| Utgivare | Livsmedelssäkerhetsverket Evira |
| Publikationens titel | Identifiering av biologiska risker i råmjölk - riskprofil |
| Författare | Jonna Perkiömäki, Anna Leimi och Pirkko Tuominen |
| Resumé | <p>I den bifogade utredningen har man identifierat och beskrivit de biologiska risker med råmjölk från finländska kor och getter som kan orsaka hälsoskador hos konsumenter, samt sätt att minska riskerna.</p> <p>Konsumtionen av råmjölk har för tillfället varit liten i Finland (c. 1 procent av konsumtionen av mjölk och mjölkprodukter), men bland användarna finns också konsumenter som hör till riskgrupperna. Konsumentrisken ökas av långa förvaringstider och höga förvaringstemperaturer för råmjölk som tillämpas i vissa hemkök. Enligt utredningen är de viktigaste biologiska faktorer som kan orsaka risker för livsmedels säkerheten hos råmjölk i Finland EHEC-, Listeria monocytogenes-, salmonella- och campylobakterier. De kan orsaka allvarliga sjukdomar och följsjukdomar, och alla dessa har konstaterats hos produktionsdjur, människor och ladugårdsmiljöer i Finland.</p> <p>Det finländska livsmedelssäkerhetssystemet tar inte så mycket hänsyn till särdragen i produktionen och konsumtionen av råmjölk, utan riskhanteringen grundar sig i stor utsträckning utöver på god hygienpraxis och på förstörande av mikrober genom pastörisering. Därför skulle det vara motiverat att skapa ett nationellt system som förebygger eventuella risker och som är relaterat till försäljningsmängden av råmjölk och verksamheten kring råmjölk, samt öka kunskaper i goda produktionssätt och säker användning hos företag och konsumenter som har att göra med råmjölk.</p> |
| Utgivningsdatum | Augusti 2012 |
| Referensord | Råmjölk, riskprofil, livsmedelssäkerhet |
| Publikationsseriens namn och nummer | Eviras undersökningar 4/2012 |
| Antal sidor | 131 |
| Språk | Finska |
| Konfidentialitet | Offentlig handling |
| Förläggare | Livsmedelssäkerhetsverket Evira |
| Layout | Livsmedelssäkerhetsverket Evira, Enhet för ämbetsverkstjänster |
| ISSN 1797-2981 ISBN 978-952-225-113-8 | |

Description

| | |
|--------------------------------|---|
| Publisher | Finnish Food Safety Authority Evira |
| Title | Riskprofile of biological hazards of raw milk produced in Finland |
| Authors | Jonna Perkiömäki, Anna Leimi and Pirkko Tuominen |
| Abstract | <p>This report identifies and describes possible biological risks posed to consumers by raw cow and goat milk produced in Finland. It also describes methods of reducing such risks.</p> <p>Raw milk consumption has so far been scarce in Finland (about 1% of all milk and dairy product consumption), but some of its consumers belong to risk groups. The risk to consumers is increased by the long storage times and high storage temperatures of raw milk in some home kitchens. According to this investigation, the most important biological factors posing food safety risks in raw milk are EHEC, <i>Listeria monocytogenes</i>, salmonella and campylobacteria. These may cause serious diseases and sequelae. All of them have been found in Finnish production animals, people and barn environments.</p> <p>The Finnish food safety system is not well adapted to providing for the special characteristics of raw milk production and consumption. Instead, risk management is largely based on good hygiene practices and pasteurisation, in order to destroy the microbes in milk. For these reasons, creating a consistent national system would be advisable, proportioned to raw milk sales volumes and activities, in order to prevent possible risks and to distribute information to companies and consumers handling raw milk, on good production practices and safe use.</p> |
| Publication date | August 2012 |
| Keywords | Raw milk, riskprofile, food safety |
| Name and number of publication | Evira Research Reports 4/2012 |
| Pages | 131 |
| Language | Finnish |
| Confidentiality | Public |
| Publisher | Finnish Food Safety Authority Evira |
| Layout | Finnish Food Safety Authority Evira, In-house Services |
| | ISSN 1797-2981 ISBN 978-952-225-113-8 |

Sisällys

| | |
|---|-----------|
| 1 Taustaa..... | 13 |
| 2 Maidontuotantoon kohdistuvia, elintarvikehygieniaan ja elintarvike- turvallisuuteen liittyviä säädöksiä..... | 15 |
| 2.1 Kuluttajalle myytävää raakamaitoa koskevat säädökset Suomessa..... | 17 |
| 2.2 Kuluttajalle myytävää raakamaitoa koskevia säädöksiä muualla Euroopassa | 17 |
| 3 Maidon tarjonta Suomessa | 26 |
| 4 Maidon käyttö Suomessa..... | 28 |
| 5 Suomalaisen maidon mikrobiologinen laatu | 30 |
| 6 Raakamaito ja raakamaitotuotteet ruokamyrkytysten aiheuttajina | 32 |
| 6.1 Raakamaidon ja raakamaitotuotteiden aiheuttamia ruokamyrkytys epidemioita Suomessa | 32 |
| 6.2 Raakamaidon ja raakamaitotuotteiden aiheuttamia ruokamyrkytys epidemioita Euroopassa | 34 |
| 7 Maidon turvallisuuteen vaikuttavat menettelyt..... | 36 |
| 7.1 Maidon saastumislähteet tilalla ja niiden merkitys..... | 37 |
| 7.2 Maidon mikrobiologinen laatu ja saastumislähteet tutkimuksissa..... | 42 |
| 7.3 Toiminta nautatiloilla | 49 |
| 7.4 Toiminta vuohitiloilla | 51 |
| 7.5 Raakamaidon mikrobiseuranta maitoalan laitoksissa | 52 |
| 7.6 Toimijoiden näkökulma | 53 |
| 7.7 Kuluttajan käyttäytyminen..... | 54 |
| 8 Raakamaidon biologiset riskit ja niiden hallinta | 59 |
| 9 Johtopäätöksiä..... | 64 |
| 9.1 Selvitykseen perustuvia johtopäätöksiä | 64 |
| 9.2 Mahdollisia riskinhallintakeinoja | 66 |
| 9.3 Keskeisiä tutkimustarpeita | 68 |

| | |
|--|------------|
| Viitteet..... | 70 |
| LIITE 1 Maidon mikrobiologiset vaarat..... | 82 |
| Bakteerit | 82 |
| <i>Bacillus spp.</i> | 82 |
| <i>Campylobacter spp.</i> | 83 |
| <i>Clostridium spp.</i> | 84 |
| <i>Coxiella burnetii</i> | 85 |
| EHEC..... | 86 |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | 88 |
| <i>Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis</i> | 89 |
| <i>Salmonella enterica</i> | 89 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 90 |
| <i>Yersinia spp.</i> | 91 |
| Utaretulehduksia aiheuttavat mikrobit | 92 |
| Resistentit bakteerit | 94 |
| Zoonoottisten bakteerien resistenssi | 95 |
| Resistenssin indikaattoribakteerit..... | 95 |
| Virukset..... | 96 |
| Norovirus..... | 96 |
| Kumlinge-virus | 97 |
| Loiset | 98 |
| <i>Cryptosporidium</i> -loiset..... | 98 |
| Yhteenveto mikrobiologisista vaaroista | 99 |
| Viitteet..... | 103 |
| LIITE 2 Raakamaito: koostumus, käsittely meijerissä ja terveysvaikutukset | 112 |
| 1 Johdanto | 113 |
| 2 Raakamaidon koostumus | 113 |
| Laktoosi..... | 114 |
| Rasva..... | 114 |
| Proteiinit | 115 |
| Kivennäis- ja hivenaineet, vitamiinit | 115 |
| Muut aineet | 116 |
| Mikrobiologinen koostumus | 116 |
| 3 Raakamaidon käsittely meijerissä..... | 117 |
| Separointi ja vakiointi | 118 |
| Vitaminointi | 118 |
| Homogenointi..... | 118 |
| Homogenoinnin vaikutukset maidon ominaisuuksiin | 118 |
| Kuumennuskäsittelyt | 129 |
| Laktoosin pilkkominen | 121 |

| | |
|---|------------|
| 4 Raakamaidon terveysvaikutukset | 121 |
| Laktoosi-intoleranssi | 122 |
| Allergiat, astma ja atooppinen ihottuma..... | 124 |
| Raakamaidon ravintosisältö..... | 125 |
| Sydän- ja verisuonitaudit | 127 |
| 5 Yhteenveto ja päätelmät | 128 |
| Viitteet..... | 130 |

Esitämme lämpimät kiitokset seuraaville asiantuntijoille

Tutkimus- ja viranomaistahoja edustaneille asiantuntijoille

Fredriksson-Ahomaa Maria, Elintarvikehygienian ja ympäristöterveyden osasto, Helsingin yliopisto

Jalava Katri, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos

Hakkinen Marjaana, Elintarvike- ja rehumikrobiologian tutkimusyksikkö, Evira

Kalliokoski Juuso, Maatalousosasto, Maa- ja metsätalousministeriö

Korpela Pirjo, Elintarvikehygieniayksikkö, Evira

Kulkas Laura, Valio Oy

Lehdonkivi Taina, Elintarvikehygieniayksikkö, Evira

Lindström Miia, Elintarvikehygienian ja ympäristöterveyden osasto, Helsingin yliopisto

Myllyniemi Anna-Liisa, Elintarvike- ja rehumikrobiologian tutkimusyksikkö, Evira

Naapuri Marko, Elintarvikehygieniayksikkö, Evira

Pihlajasaari Annika, Elintarvikehygieniayksikkö, Evira

Pirhonen Tuula, Tutkimus- ja laboratorio-osasto, Evira

Pyörälä Satu, Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto/Kotieläinhygienia, Helsingin yliopisto

Raakamaidontuottajia ja -myyjiä edustaneille asiantuntijoille

Ala-Kapee Harri, Ahlmannin säätion maitobaari, Tampere

Hiltunen Arja, Eedami, Turku

Hirvonen Hanne ja Mauno Laura, Juustoliike Lentävä Lehmä, Helsinki

Kuusela Matti, Kuusela, Helsinki

Ollila Anja, Ollilan maalaiskauppa, Pirkkala

Orava Ari ja Anitta, Oravan luomutila, Haukipudas

Paalanen Tuula, Juustokauppa Tuula Paalanen, Helsinki

Rislakki Eeropekka, Eat&Joy Maatilatori, Helsinki

Seger Marika, Erikas Gård, Kirkkonummi

Sjöblom Dick ja Marjaana, Bisa Gård, Vantaa

sekä seuraaville yrityksille

Ahlmanin koulun säätiö/Maitobaari, Tampere

Anton & Anton, Helsinki ja Porvoo

Bisagård, Vantaa

Eat & Joy Maatilatorit, Helsinki

Eedami, Turku

Juustobistro, Helsinki

Juustokauppa Tuula Paalanen, Helsinki

Juustoliike Lentävä Lehmä, Helsinki

Juustopuoti Immonen, Turku

Juustosoppi, Tampere

Kumpuoti, Helsinki

Kuusela, Helsinki

Luomuani, Tampere

Luomuidylli, Turku

Ollilan Maalaiskauppa, Pirkkala

sekä kaikille kyselyyn vastanneille kuluttajille, maitotiloille sekä maitoalan laitoksille.

Raportissa käytetyt termit

Automaattilypsy

Lypsäminen ilman ihmisen välitöntä toimintaa.

EHEC

Enterohemorraginen *Escherichia coli* (EHEC) on *E. coli* -bakteeri, joka tuottaa verotoksiinia ja aiheuttaa ihmisellä tautia. Tunnetuin ja merkittävin epidemioiden aiheuttaja on *E. coli* O157. Muista seroryhmistä, joista käytetään yhteisnimitystä non-O157 VTEC, yleisimpiä ovat O26, O91, O103, O111, O113, O121 ja O145.

Indikaattori

Osoitin, esim. aine tai tunnusluku, joka kuvaa asioiden tilaa, muutosta tai kehitystä; resistenssin indikaattoribakteerit ovat bakteereita, joiden avulla voidaan seurata antibioottiresistenssin kehittymistä; maidon mikrobiologisen laadun indikaattorit voivat olla bakteereita tai tekijöitä, joiden avulla voidaan tunnistaa tai seurata maidossa mahdollisia patogeeneja.

Infektiivinen, infektio, infektoida

Tartuntaa aiheuttava, tartunta, tartuttaa

Iskukuumennus

Pastörintia voimakkaampi lämpökäsittely, jossa maito kuumennetaan vähintään 135 °C lämpötilaan muutaman sekunnin ajaksi. Käsittelystä käytetään myös termiä UHT-käsittely (Ultra High Temperature Processing). Käsittely tuhoaa kaikki mikro-organismit.

Maitotila

Tila, jolla pidetään yhtä tai useampaa kotieläintä maidon tuotannossa maidon saattamiseksi markkinoille elintarvikkeena

Pastörinti

Tuotteen kuumennus vähintään +72 °C lämpötilaan 15 sekunnin ajaksi.

pmy/ml

Mikrobipitoisuuden yksikkö: pesäkkeitä muodostavia yksiköitä millilitrassa (engl. CFU/ml eli "colony-forming units per millilitre")

Raakamaito

Maito, jota ei ole kuumennettu yli 40 °C lämpötilaan tai käsitelty muulla vastaavalla tavalla.

Riski

Elintarvikkeeseen liittyvän vaaran aiheuttaman terveydellisen haitan todennäköisyys ja voimakkuus.

Riskinhallinta

Toimenpidevaihtoehtojen vertaaminen ja valinta ottaen huomioon riskinarvioinnin tulokset sekä valvonnan suorittaminen sisältäen myös määräysten mukaiset valvontatoimenpiteet. Riskinhallinnassa valitaan ja sovelletaan keinoja, joilla riskiä vähennetään.

Riskiprofiili

Ongelmakentän kuvaaminen. Tiivis kuvaus elintarviketurvallisuuteen liittyvästä ongelmasta ja sen taustoista valitsevan tiedon valossa, tunnistetuista riskinhallintakeinoista sekä mahdollisiin toimiin vaikuttavasta elintarviketurvallisuuspolitiikasta (CAC/GL 63 – 2007).

Riskitekijä

Riskin toteutumisen (esim. sairastumisen) mahdollisuutta lisäävä tekijä

STEC/ VTEC

Sytotoksiinia/verotoksiinia tuottava *Escherichia coli*. STEC/ VTEC-bakteereita on todettu sadoissa *E. coli* -seroryhmissä, joista siis vain osa aiheuttaa tautitauksia ihmisellä.

Tartuntatie

Tartunnan leviämistie tartunnanlähteestä tartunnan saajaan.

Ternimaito

Raakamaito, joka on lypsetty 3 - 5 päivän ajan poikimisen jälkeen.

Termisointi

Pastörintia lievämpi lämpökäsittely, jossa maito kuumennetaan vähintään 15 sekunnin ajaksi +57...+68 °C-asteeseen.

Tinkimaito

Perinteinen suomalainen nimitys maidontuotantotiloilta suoraan kuluttajan astiaan myytävälle raakamaidolle.

Vaara

Elintarvikkeessa oleva kemiallinen aine, fysikaalinen tai biologinen tekijä tai elintarvikkeen tila, joka saattaa vaikuttaa haitallisesti terveyteen.

Virulenssi

Taudinaiheuttamiskyky

Yleisvaarallinen tartuntatauti

Tautia voidaan pitää yleisvaarallisena tartuntatautina, jos taudin tarttuvuus on suuri ja tauti leviää nopeasti

Zoonoosi

Tauti, joka voi tarttua eläimestä ihmiseen tai ihmisestä eläimeen.

1 Taustaa

Maito on herkästi pilaantuva elintarvike, jonka hyvää laatua ja turvallisuutta kuluttajalle pyritään pitämään yllä lypsyhygienian, kylmäketjun ja rajattujen säilytysaikojen avulla. 1800-luvun lopulla maidon välityksellä leviävien tautien ehkäisemiseksi kehitetty pastörointi on ollut vähittäismyyntiin menevän maidon tärkeimpiä riskinhallintakeinoja Suomessa 1950-luvulta alkaen.

Kuluttajan turvallisuudesta on pyritty huolehtimaan säätämällä maidon tuottamisesta, käsittelystä ja myynnistä. Pastöroinnin lisäksi myös muut kuumennuskäsittelyt, kuten maidon käyttöaikaa kuukausilla pidentävä iskukuumennus, ovat saaneet sijansa maidon mikrobiologiseen laatuun vaikuttavien riskien hallinnassa. Elintarviketuotannon ketjujen pidentyessä, laajentuessa ja monimutkaistuessa sekä tuotannon keskittyessä yhä suurempiin yksiköihin kuluttajariskejä ennaltaehkäisevät, vähentävät ja poistavat keinot ovat yhä laajemman kuluttajakunnan terveyden kannalta merkityksellisiä tekijöitä.

Maitoala on myös itse pitänyt huolta maidon korkeasta laadusta; mm. jo vuonna 1922 Helsingin maidontarkastamoyhdistyksen julkaisemassa oppaassa ohjattiin Helsinkiin maitoa toimittavia maatiloja hyvään maidon tuotantoon ja käsittelyyn (Perko 2011). Opas antoi neuvoja navetta- ja lypsyhygienian suojavaatetuksesta, maidon jäähdyttämi-

seen ja suojaamiseen sekä kuljetusastioiden puhtauteen eläinten terveyttä ja hyvinvointia unohtamatta.

Suomalaiset maidontuotantotilat toimittavat tuottamansa maidon pääasiassa meijereihin ja sitä kautta tuotteiksi ja kulutukseen.

Tiloilla on kuitenkin aina jätetty jonkin verran maitoa omaan käyttöön ja naapureille luovutettavaksi. Säädökset sallivat edelleen maidon ja maitopohjaisten, tilalla valmistettujen tuotteiden myynnin vähäisessä määrin suoraan kuluttajalle myytäväksi tai luovutettavaksi ilman erityisiä lisävaatimuksia. Suomessa vähäiseksi määräksi on tulkittu korkeintaan 2 500 litraksi maitoa vuodessa. Suuremmat myyntimäärät edellyttävät tuotantotilojen hyväksymistä laitokseksi ja laitoksille asetettujen vaatimusten täyttämistä.

Koska useat ihmiselle tautia aiheuttavat mikrobit voivat saastuttaa maidon, ne saattavat päätyä kulutukseen, ellei niitä tuhota esim. kuumentamalla. Näin maito voi altistaa kuluttajia tartunnoille, jotka voivat aiheuttaa vakavia terveydellisiä seurauksia erityisesti riskiryhmiin kuuluville, kuten lapsille, vanhuksille, raskaana oleville ja vakavia sairauksia poteville. Osa kuluttajista kuitenkin haluaa ruokapöytänsä pastöroimattomaksi ja homogeenimattomaksi maitoa maun vuoksi, osa terveydellisistä syistä. Useiden maitoallergikkojen mielestä raaka-

maito (eli käsittelemätön, pastöroimaton ja homogenoimaton maito) pitää allergiaoireet kurissa paremmin kuin pastöroitu ja homogenoitu maito. Lähellä tuotetun ruoan suosio näyttää ympäristöystävälliseksi koettuna vaihtoehtona lisääntyvän, millä on vaikutuksensa myös raakamaidon kulutuksen suosioon.

Mielenkiinto raakamaidon käyttöä kohtaan vaikuttaisi lisääntyneen, minkä vuoksi todettiin tarve selvittää raakamaidon kulutuksesta johtuvia, mahdollisesti lisääntyviä elintarviketurvallisuusriskejä sekä aiheutuvan terveyshaitan mahdollisia riskinhallintakeinoja siltä varalta, että kansallisia rajoituksia väljennetään. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira on sen vuoksi tuottanut maa- ja metsätalousministeriön (MMM) tilauksesta oheisen selvityksen maitotilalta myytävän lehmän ja vuohen raakamaidon ja ternimaidon biologisista vaaroista. Selvitys on tehty Eviran riskinarvioinnin tutkimusyksikössä, joka on elintarviketurvallisuusvirasto Eviran valvonnasta riippumaton tutkimus- ja laboratorio-osaston yksikkö. MMM:n toimeksianto ei sisällä riskinarviointia eli raakamaidon kulutuksesta aiheutuvan kuluttajariskin suuruuden arviointia. Edelleen, selvitys ei kata esim. raakamaidon mahdollisia ravitsemuksellisia tai terveydellisiä vaikutuksia.

Raportissa on kaksi liitettä. Liitteessä 1 kuvataan Suomessa mahdollisiksi tun-

nistettujen raakamaidon biologisten vaarojen ominaisuuksia. Liitteessä 2 on ETK Saara Pietilän riskinarvioinnin tutkimusyksikössä aloittama ja Helsingin yliopistolle tekemä kandidaattityö maidon koostumuksesta ja Eviran kuluttajakyselyssä nousseista, raakamaidon terveellisyyteen liittyvistä käsityksistä, joita kuluttajat toivat esille heille suunnatussa kyselyssä.

Selvityksessä on hyödynnetty niin Eviran, Helsingin yliopiston eläinlääketieteellisen tiedekunnan ja Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitoksen tutkijoiden ja virkamiesten kuin myös raakamaidon tuottajien ja myyjien asiantuntemusta. Raakamaidon tuottamiseen ja kuluttamiseen liittyy useita näkökulmia ja käytäntöjä, joista ei ollut käytettävissä tutkimustuloksia Suomesta. Lisäksi joidenkin menettelyiden ja olosuhteiden tutkiminen ja kvantifioiminen on vaikeaa ja kallista, jopa mahdotonta, minkä vuoksi tiedonpuutetta täydennettiin asiantuntijahaastattelulla soveltaen asiantuntija-arvioita varten kehitettyä Delphi-menetelmää. Asiantuntijoiksi pyrittiin saamaan henkilöitä, joilla on tietoa sekä tieteellisistä tutkimuksista meillä ja muualla että käytännöistä suomalaisessa maidontuotantoketjussa. Lisäksi heidän toivottiin arvioivan muualla tehtyjen tutkimusten merkitystä suomalaisessa maidontuotannossa. Asiantuntija-arvioiden lisäksi tietoja kerättiin maitotiloille ja kuluttajille suunnatuilla kyselyillä.

2 Maidontuotantoon kohdistuvia, elintarvikehygieniaan ja elintarvike turvallisuuteen liittyviä säädöksiä

Tilalta saa luovuttaa kulutukseen vain moitteetonta, hygieenisesti hyvälaatuista maitoa. Tuottajan tulee seurata eläinten utareiden ja muuta terveydentilaa, eikä muuttunutta maitoa saa toimittaa kulutukseen. Maidossa ei saa olla patogeenisia mikrobeja eikä toksisiteetteja sairautta aiheuttavia määriä. Lypsettävikissä eläimissä ei saa olla oireita ihmisiin maidon välityksellä tarttuvista taudeista (EY N:o 853/2004).

Maidontuotannon hygieniää ja siten kuluttajalle turvallisen maidon tuotantotapoja ohjataan sekä EU-tasolta että kansallisesti. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa (EY) N:o 852/2004 (yleinen elintarvikehygieniasetus) ja (EY) N:o 853/2004 (eläimistä saatavien elintarvikkeiden hygieniasetus) on säädetty sekä tuotantoeläimiä että maidontuotantoa koskevista vaatimuksista. Alkutuotannosta asetuksissa on säädetty mm. maidontuotantoon käytettävien eläinten terveydestä, maitotilojen tiloja ja laitteita koskevista vaatimuksista, tilan henkilökunnan hygieniasta ja lypsyhygieniasta sekä hygieniasta maidon keräilyn ja kuljetuksen aikana.

Maa- ja metsätalousministeriö on elintarvikelain (23/2006) nojalla antamassaan kansallisessa ns. alkutuotantoasetuksessa (MMM 1368/2011 elintarvikkeiden alkutuotannon elintarvikehygieniasta, aikaisemmin MMM 134/2006) täydentänyt eläimiä, tiloja

ja lypsylaitteita, lypsyn ja maidon käsittelyn hygieniää koskevia vaatimuksia, joista on säädetty asetuksissa (EY) N:o 852/2004 ja (EY) N:o 853/2004. Alkutuotantoasetuksen vaatimukset mukauttavat Codex Alimentarius Commissionin hygieniohjeita maidontuotantotiloille (Codex 2004). Asetuksen mukaan maitotilan on omaoikeutuksellaan kuvattava noudattamansa keskeiset, turvallisiin elintarvikkeisiin tähtäävät menettelyt. Alkutuotannon ollessa kysymyksessä kuvaus voi olla vapaamuotoinen selostus käytössä olevista keskeisistä toimenpiteistä.

Siirrettäessä maitoa kuljetussäiliöön laitokseen tapahtuvaa kuljetusta varten saa siirrettävän maidon lämpötila olla korkeintaan 6 °C (MMM 1368/2011). Yksittäisissä tapauksissa voidaan kuljetussäiliöön siirtää maitoa, jonka lämpötila on korkeintaan 10 °C edellyttäen, että kuljetussäiliössä olevan maidon lämpötila ei tämän takia ylitä 6 °C. Maidon lämpötila ei kuljetuksen aikaan saa ylittää 6 °C. Ternimaidon saa halutessaan myös jäädättää tilalla. Jäädättäminen on suoritettava mahdollisimman nopeasti lypsyn ja maidon jäähdytyksen jälkeen, minkä jälkeen jäädätetty ternimaitoa on säilytettävä tuotantotilalla -12 °C:ssa tai sitä kylmemmässä. Alkutuotannon toimijalla on oltava kirjallinen, josta selviää, että alkutuotantopaikalla noudatetaan lainsäädännön edellyttämiä lämpötiloja maidon säilytyksessä ja siirtämisessä.

Maitoalan laitokseen lähtevän maidon lämpötila saa olla korkeintaan 6 °C, ja kuljetuksen päättyessä se saa olla maidon vastaanottavassa laitoksessa korkeintaan 10 °C (EY N:o 853/2004). Näistä vaatimuksista voidaan poiketa viranomaisen luvalla mm. silloin, kun kyseessä on laatuvaatimukset täyttävä maito, joka jalostetaan kahden tunnin kuluessa lypsämisestä. Asetuksessa on lisäksi yleisiä vaatimuksia maidon käsittely- ja luovutustiloille, joiden tavoite on estää kuluttajalle luovutettavan raakamaidon kontaminoituminen.

Alkutuotannon toimijan on toimitettava vastaanottajalle karjaa koskevat tiedot (silloin kun vastaanottaja on elintarvikehuoneisto) elintarvikeeturvallisuuteen vaikuttavien sairauksien esiintyvyydestä, muusta vastaavasta haitallisesta seikasta sekä vierasainelöydöksistä vuoden ajalta. Tuotetun maidon laatua seurataan säännöllisesti, joskin siinä tapauksessa, ettei tila toimita maitoa

meijeriin, tutkimustiheys on harkinnanvarainen. Useat meijerit testaavat tuottajiensa raakamaitoa tiheämmin kuin säädökset vaativat (Taulukko 1). Vähimmilläänkin testaaminen sisältää maidon laadun varmistamisen aistinvaraisesti, utareterveyden seurannan soluluvun ja hygienian seurannan kokonaismikrobimäärän avulla, sekä jäätymisspsteen määrittämisen maidon aitouden takaimiseksi. Automaattilypsyyn siirtyväle tilalle on vielä oma ohjelmansa maidon solujen ja kokonaismikrobimäärän sekä jäätymisspsteen määrittämiseksi maidon laadun varmistamiseksi puolen vuoden ajan lypsyrobotin käyttöönotosta.

Maidossa ei saa olla lääkejäämiä, muita mikrobien kasvunestoaineita eikä muiden kemiallisten aineiden jäämiä. Maitoalan laitoksessa valmistettavien tuotteiden ominaisuudet voivat edellyttää raakamaidolta muidenkin kuin säädettyjen testien mukaista seurantaa.

Taulukko 1. Nauta- ja vuohitilojen tuottaman, tuotantoon menevän raakamaidon testaaminen (MMM 134/2006; 1258/2011; (EY) N:o 853/2004).

| Testattava suure | Seurantatiheys | Raja-arvo |
|---|-----------------|--|
| 1. Raakamaitoa tuottava nautatila | | |
| aistinvarainen laatu ¹ | säännöllisesti | ei poikkeavaa hajua eikä ulkonäköä |
| mikrobilääkejäämät ¹ | säännöllisesti | korkeintaan sallittu enimmäispitoisuus |
| kokonaismikrobimäärä (30 °C) ¹ | 2 näytettä / kk | geometrinen keskiarvo alle 100 000 pmy/ml |
| solujen määrä (soluluku) ¹ | 1 näyte / kk | kolmen kuukauden geometrinen keskiarvo alle 400 000 solua/ml |
| jäätymisspiste ¹ | säännöllisesti | -0,520 °C |
| 2. Raakamaitoa tuottava vuohitila | | |
| mikrobimäärä ¹ | 2 näytettä / kk | alle 1,5 milj. pmy/ml |
| mikrobimäärä ² | 2 näytettä / kk | alle 500 000 pmy/ml |
| 3. Maitoalan laitos | | |
| aistinvarainen arviointi ³ | jokainen erä | ei poikkeavaa hajua eikä ulkonäköä |
| mikrobilääkejäämät ³ | jokainen erä | korkeintaan sallittu enimmäispitoisuus |
| kokonaismikrobimäärä 30 °C ⁴ | jokainen erä | alle 300 000 pmy/ml |
| kokonaismikrobimäärä 30 °C ⁵ | jokainen erä | alle 100 000 pmy/l |

¹ Raakamaito

² Pastöroimattomiin tuotteisiin tarkoitettu raakamaito

³ Laitokseen kuljetettu raakamaito

⁴ Tuotteiden valmistukseen tarkoitettu raakamaito

⁵ Tuotteiden valmistukseen tarkoitettu lämpökäsitelty maito

2.1 Kuluttajalle myytävää raakamaitoa koskevat säädökset Suomessa

Eläimistä saatavien elintarvikkeiden hygieniasetus ((EY) N:o 853/2004) sulkee soveltamisalansa ulkopuolelle alkutuotannon tuotteiden luovuttamisen suoraan kuluttajille paikallisesti ja paikalliseen vähittäismyyntiin pieninä määrinä. Sen perusteella elintarviketurvallisuusriskeiltään vähäisistä toiminnoista on säädetty kansallisesti elintarvikelain (23/2006) nojalla, että tuottaja voi ilman ilmoitusta elintarvikkehuoneistosta ja ilman laitoshyväksyntää luovuttaa ("alkutuotantopaikalla") suoraan kuluttajalle enintään 2 500 kg ternimaitoa ja 2 500 kg muuta raakamaitoa vuodessa (Valtioneuvoston asetus 1258/2011). Suomessa tuottaja saa toimittaa vähittäismyyntiin korkeintaan 2 500 kg jäädytettyä ternimaitoa vuodessa.

Raakamaitoa ei saa tilalla käsitellä muutoin kuin jäädyttää ja annostella kuluttajan astiaan (MMM 1368/2011). Ternimaitoa saa kuitenkin myös pakata ja jäädyttää. Tilalta ei saa toimittaa vähittäismyyntiin muuta raakamaitoa kuin alkutuotantopaikalla jäädytettyä ternimaitoa asianmukaisesti merkittynä. Asiakkaan tulee päästä mahdolliseen myyntitilaan kulkematta eläintenpitotilojen tai maidonkäsittelytilojen kautta. Maitohuonetta ei saa käyttää myyntitilana. Eläimistä saatavien elintarvikkeiden hygieniasetuksessa säädettyjä vaatimuksia raakamaidon tutkimustiheydestä ei sovelleta sellaisella alkutuotantopaikalla, joka ei toimita maitoa laitokseen. Tällöin toimijan on laadittava näytteenottosuunnitelma raakamaidon somaattisten solujen lukumäärän, kokonaispesäkemäärän ja mikrobilääkejäämien säännölliseksi tutkimiseksi.

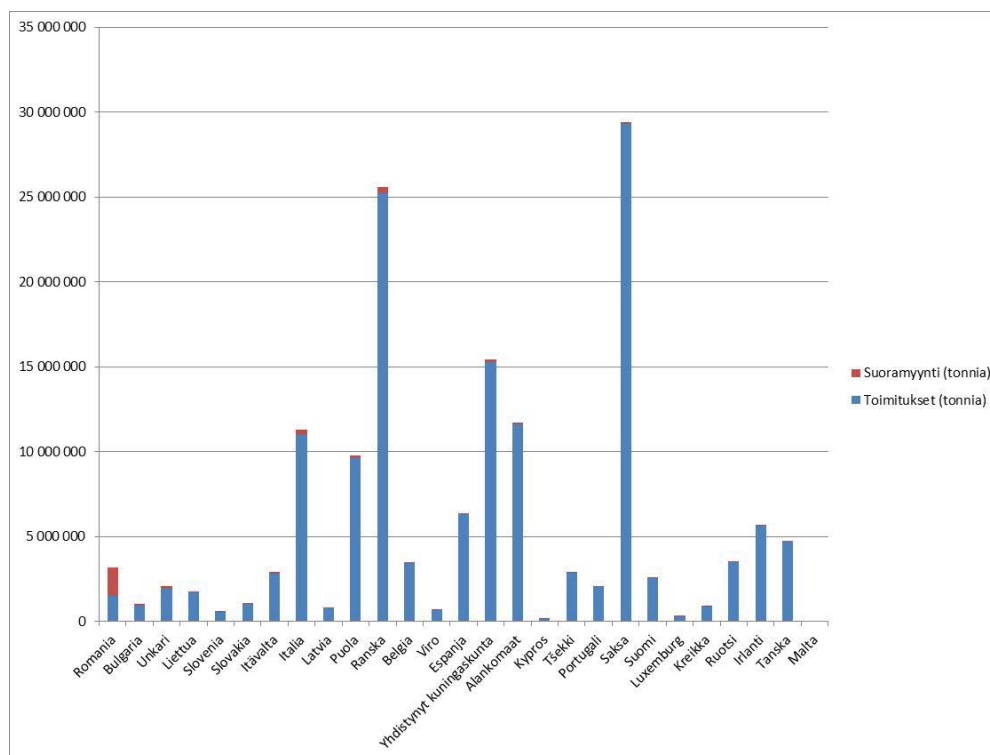
EU:n jäsenvaltioille on jätetty oikeus kansallisesti kieltää tai muuten rajoittaa raakamaidon markkinointia ihmisravinnoksi (EY) N:o 853/2004).

2.2 Kuluttajalle myytävää raakamaitoa koskevia säädöksiä muualla Euroopassa

Kaikissa EU-maissa on luonnollisesti voimassa samat yhteiset säädökset (kuten (EY) N:o 852/2004 ja (EY) N:o 853/2004), mutta useat jäsenvaltiot ovat käyttäneet oikeuttaan säätää raakamaidosta kansallisesti. Raakamaidon myyntiin liittyvistä kansallisista määräyksistä pyydettiin tietoja Euroopan valtioiden viranomaisilta ja riskinarviointielimiltä, joista vastasivat Alankomaiden, Belgian, Bulgarian, Espanjan, Irlannin, Italian, Kreikan, Kyproksen, Norjan, Portugalin, Ruotsin, Saksan, Sveitsin ja Tanskan edustajat. Heidän vastauksensa on ilmoitettu henkilökohtaisina tiedonantoina. Lisäksi saatiin tietoja Itävallan, Latvian ja Ranskan asiaa koskevista säädöksistä ja säädösvalmisteluista.

Raakamaidon merkitys eri maissa

Kansallisten maitokiintiöiden sisältämän myönnetyn suoramyynnin osuus vaihteli Euroopan Unionin jäsenvaltioissa (Kuva 1). Pienimmät suoramyyn-tikiintiöiden osuudet olivat Tanskassa, Irlannissa ja Ruotsissa, suurimmat Romaniassa, Bulgariassa ja Unkarissa. Tanskassa suoramyyn-tikiintiön osuus oli vähäisin (0,001 %), osuuden ollessa Romaniassa yli puolet kiintiöstä (53 %) (Komission täytäntöönpanoasetus (EU) N:o 471/2011). Keskimäärin jäsenvaltiokohtaisista maitokiintiöistä oli varattu suoramyyntiin vajaan 4 %. Suomen vastaava suoramyyntiosuus oli 0,2 %.



Kuva 1. Suoramyyntin osuus myönnettyistä kansallisista maitokiintiöistä markkinointivuonna 2010–2011 ((EU) N:o 471/2011).

Alankomaat

Alankomaissa kulutusmaito on pastöroitava meijerissä. Raakamaidon myynti on sallittu vain tilalta suoraan kuluttajalle. Maitoa ei saa toimittaa vähittäismyyntiin. Maitoa ei saa pakata tilalla vaan se on luovutettava ostajan astiassa. Tuottajan on varoitettava ostajaa raakamaidon riskeistä asettamalla selvästi näkyville tiedote, jossa kehoitetaan keittämään raakamaito ennen sen nauttimista. Vastuu kehotuksen noudattamisesta jää silloin kuluttajalle itselleen. (A. H. Karman, Food and Consumer Product Safety Authority. Henkilökohtainen tiedonanto 2011)

Belgia

Raakamaidon myyminen kuluttajalle ei ole kiellettyä, vaikkei raakamaito kansallisiin ruokaperinteisiin kuulukaan. Maitoa tuotetaan pääasiassa laitoksiin, mutta jonkin verran sitä myydään myös suoraan mm. kuluttajille, leipomoihin,

pienille jäätelönvalmistajille, ammatti-keittiöille jne. Silloin edellytetään, että asetusten (EY) N:o 852/2004 ja (EY) N:o 853/2004 vaatimukset täyttyvät. Myyntimäärälle ei ole säädetty rajoitusta (I. de Boosere, Federal Public Service, Health, Food Chain Safety And Environment. Henkilökohtainen tiedonanto, 2011).

Suoraan kuluttajalle myytävää raakamaitoa ja raakamaidosta tehtyjä, kuumennuskäsittelemättömiä tuotteita koskee kansallinen prosessikriteeri, jonka mukaan tuotannon lopussa viidestä osanäytteestä ei saa olla todettavissa *Escherichia coli* -bakteereita yli 100 pmy/ml (*E. coli* m = M = 100 cfu/g, n = 5 ja c = 0). Vaatimus asetettiin, kun kansallista, mikrobiologisesta riskinarvioinnista vastaavaa Conseil Supérieur D'hygiène (2006) oli ensin konsultoitu.

Raakamaidon juonti yleistyi Belgiassa jonkin verran suoramyyntiä varten suunniteltujen jakelulaitteiden eli maitoautomaattien myötä pari vuotta

sitten. Koska kuka tahansa rekisteröitynyt maidontuottaja voi myydä tilalla tuotettua raakamaitoa maitoautomaatista, FASFC (The Belgian Federal Agency for the Safety of the Food Chain) tuotti hyvän hygienian ohjeet (FASFC 2009a) raakamaidon riskeistä muistuttavan tiedotteen saattelemana (FASFC 2009b). Lisäksi FASFC on pyrkinyt ehkäisemään maitoautomaattien asentamisen kouluihin ja muutenkin rajoittamaan lasten raa'an maidon juontia mm. koululaitokselle lähetetyin tiedottein. FASFC:n tiedeellinen komitea on antanut suosituksen kiehauttaa raakamaito ennen sen nauttimista (FASFC 2011).

Parhaillaan Belgiassa uusitaan kansallista hygienialainsäädäntöä. Sen yhteydessä ollaan näillä näkymin asettamassa vaatimuksia maitoautomaattimyyntille. Suunnitelmien mukaan tullaan vaatimaan, että automaatista myytävä maito on jäähdytettyä, peräisin suoraan tilatankista ja myydään enintään 72 tunnin kuluessa lypsämisestä. Automaatissa on oltava huomautus, että maito on säilytettävä korkeintaan 4 °C:ssa ja keitettävä ennen kulutusta. Todennäköisesti samalla tullaan säätämään vaatimuksia myös muun kuin teollisuuteen menevän raakamaidon itiöiden, solujen ja eläinlääkejäämien seurannasta. (I. de Boosere, Federal Public Service, Health, Food Chain Safety and Environment. Henkilökohtainen tiedonanto 2011).

Bulgaria

Bulgariassa raakamaidon käyttö sellaisenaan on vähäistä. Aiheesta kuitenkin harkitaan riskinarvioinnin tekemistä. Tuottajat saavat myydä raakamaitoa vähäisiä määriä suoraan kuluttajille, mutta raakamaidon myyntille ei ole säädetty erityisvaatimuksia. (H. Miladoniv Naydenski, The Stephan Angeloff Institute of Microbiology. Henkilökohtainen tiedonanto 2011).

Espanja

Maitoautomaatit ovat yleistyneet myös Espanjassa, mutta niistä myytävän maidon on oltava pastöroitua (Susana Ezquerro, La Rioja Government. Henkilökohtainen tiedonanto 2011).

Irlanti

Irlannissa raakamaidon myynti oli kielletty EU:n hygienialainsäädännön voimaan tulloon asti 2006. Rajoitus ei koskenut yritysten välistä raakamaidon ja siitä valmistetun juuston myyntiä. Vuonna 2006 raakamaidon myynti kuluttajille vapautui ja on sallittu sekä suoraan tilalta että välittäjien kautta. Irlannin elintarviketurvallisuusviranomaisen on esittänyt saattamaan uudelleen voimaan aikaisemman kiellon vedoten kansanterveyteen. Vaikka hallitus tulee esittämään myyntiin rajoituksia, rajoitusten kattavuudesta ei ole sovittu. Neuvottelut eri osapuolten kanssa ovat meneillään. Riskinarviointia tai riskiprofiilia ei ole tehty vaan raakamaidon ja raakamaitotuotteiden aiheuttamia ruokamyrkytyksiä pidetään riittävänä näyttönä (W. Anderson, Food Safety Authority of Ireland, FSAI. Henkilökohtainen tiedonanto 2011).

Irlannissa raakamaitoa luovuttavan tilan karja on testattava tuberkuloosin varalta kahdesti vuodessa ja bruselloosin varalta kerran vuodessa (P. Kelleher, Department of Agriculture. Henkilökohtainen tiedonanto 2011).

Italia

Italiassa raakamaidon myynti maitoautomaateista on yleistynyt. Automaattien määrä lähes kolminkertaistui kolmessa vuodessa ja oli keväällä 2011 noin 1 500 kpl (Zampieri ym. 2011). Vuosina 2007 ja 2008 annettiin ohjeita raakamaidon myyntiin sovellettavista määräyksistä (Presidenza del Consiglio

dei Ministri 25.1.2007; Ministro del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali 25.1.2007; Asetus 28.1.2008, n.28). Niiden mukaan tuottajan maitoautomaatissa myytävänä oleva raakamaito on vaihdettava päivittäin, sen lämpötila saa olla korkeintaan 4 °C, eikä automaatti saa sijaita ulkona. Toiminnassa on noudatettava HACCP-periaatteita. Automaatin yhteydessä on oltava punaisin, 4 cm korkein kirjaimin kirjoitettu tiedote 'keitettävä kulutukseen' sekä ilmoitettava maidon olevan pastöroitonta raakamaitoa.

Raakamaidon käyttö kouluruokailussa on kielletty. Raakamaidossa olevia patogeenia on seurattava säännöllisesti, ja niiden esiintyvyys- ja pitoisuusvaatimuksiin sovelletaan mikrobikriteeriasetuksessa maidon lopputuotteelle asetettuja vaatimuksia. Lisäksi aluehallinnot saattavat rajoittaa raakamaidon myyntiä omilla määräyksillään. Terveysministeriö kehottaa keittämään raakamaidon ennen sen nauttimista viitaten raakamaidon aiheuttamiin EHEC -tapauksiin (Ministero della Salute 2012).

Itävalta

Itävallassa ravinnoksi tarkoitettua raakamaitoa saa toimittaa vain sen tuotantopäivänä ja sitä seuraavana päivänä suoraan tuottajayrityksestä (tilalta tai perinteisten tapahtumien, kuten maalaismarkkinoiden, yhteydessä) ainoastaan lopulliselle kuluttajalle, suurtalouskeittiöissä valmistettaviin kuumennettaviin ruokiin, jotka toimitetaan kuluttajalle, sekä vähittäiskauppoihin, alppilaiduntamista harjoittaviin yrityksiin tai vastaaviin laitoksiin, jotka toimittavat raakamaidon suoraan lopulliselle kuluttajalle (Euroopan komissiolle tehty kansallisen teknisen määräysten ilmoitus 2005/0535/A).

Raakamaitoa sekä raakamaitoa sisältäviä nestemäisiä tuotteita ei saa toimittaa kouluihin eikä päiväkoteihin. Sitä

voidaan kuitenkin myydä vaatimukset täyttävistä maitoautomaateista, kunhan maitoautomaatti tai sen sijainti eivät heikennä raakamaidon hygieniää.

Kreikka

Kreikassa kuluttajalle ei ole tarjolla raakamaitoa (R. M. A. Baou, Ministry of Rural Development and Food. Henkilökohmainen tiedonanto, 2011).

Kypros

Kyproksella maitoalan laitoksissa on pastörintipakko. Maitotiloilla on oikeus ottaa raakamaitoa 'omaan käyttöön' noin 50 litraa vuosittain, josta yleensä luovutetaan maitoa myös naapureille ja tutuille. Tarvetta hankkia raakamaitoa ei ole. Tilalla ei saa valmistaa maitotuotteita. (A. Saouros, Veterinary Services. Henkilökohtainen tiedonanto, 2011).

Latvia

Latviassa lehmän raakamaitoa voi toimittaa pieninä määrinä suoraan kuluttajalle tai vähittäismyyntiin kiintiön ja hakemuksesta myönnetyn myyntiluvan mukaisesti (Euroopan komissiolle tehty kansallisen teknisen määräysten ilmoitus 2009/602/LV – C50A). Pieneksi määräksi maitoa katsotaan sellainen määrä maitoa, jonka maidontuottaja lypsää maatilalla ja voi myydä vuodessa suoramyyntikiintiönsä mukaisesti.

Raakamaidonmyyntilupa edellyttää viranomaisen tekemää arviointia karjan terveydestä ja hyvinvoinnista, elintarvikkeiden käsittelystä ja hygieniasta, elintarviketurvallisuudesta, rehusta ja sivutuotteiden käsittelystä; tarvittaessa eläintila on tarkastettava ja teetettävä maidosta laboratoriotutkimuksia. Myytävän raakamaidon on täytettävä salmonellaa ja *Staphylococcus aureus* -bakteereita koskevat vaatimukset.

Raakamaitoa saa myydä korkeintaan 48 tunnin kuluttua lypsämisestä. Sitä voidaan myydä ostajan astiassa tai ostajan pyynnöstä kertakäyttöpakkauksissa. Pakkaukseen on merkittävä ”Raakamaitoa”, ”Käytettävä ennen...”, ”Keitettävä ennen käyttöä”, säilytysolosuhteet sekä maidontuottajan nimi ja osoite.

Raakamaitoa voidaan myydä myös maitoautomaatista. Samojen pakkausmerkintöjen tulee olla luettavissa myös maitoautomaatista. Maitoautomaatin materiaaleista on säädetty, ja siinä saa myydä ainoastaan yhdellä tilalla tuotettua raakamaitoa, jonka lämpötilan tulee olla välillä 0 - 6 °C.

Norja

Norjassa ihmisravinnoksi tarkoitettu maito pitää pastöroida. Tilalta raakamaitoa saa kuitenkin myydä suoraan kuluttajan omaan käyttöön, kunhan myynti ei ole vakinaista toimintaa. Kuluttajien kasvavan kiinnostuksen vuoksi raakamaidon myynnin sallimista vähittäismyynissä harkitaan, ja kriteereitä raakamaidon vähittäismyyntiä varten ollaan kehittämässä. Kriteerit tullevat sisältämään ainakin maidon lämpötilaan ja myyntiaikaan liittyviä vaatimuksia sekä varoituksen maidon aiheuttamasta riskistä alle 10-vuotiaille lapsille. (D. Grahek-Ogden, Norwegian Scientific Committee for Food Safety. Henkilökohtainen tiedonanto 2011).

Portugali

Portugalissa kuluttajille ei ole tarjolla raakamaitoa (R. M. Albuquerque Rodrigues, Direcção-Geral de Veterinária. Henkilökohtainen tiedonanto, 2011).

Ranska

Ranskassa asetusluonnoksen mukaan sallittaisiin nautaeläinten, pien-

ten märehäijöiden ja kotieläiminä pidettyjen karioeläinten raakamaidon myynti suoraan lopulliselle kuluttajalle lupahakemuksen perustella (Euroopan komissiolle tehty kansallisen teknisen määräysten ilmoitus 2011/0006/F - C50A). Hakijalta edellytetään terveystodistus. Raakamaidon myyntimäärää ei ole rajoitettu kansallisesti, vaan lupahakemuksessa annetaan siitä arvio.

Raakamaito on säilytettävä 0 - 4 °C:n lämpötilassa, paitsi jos se viedään myyntiin kahden tunnin sisällä lypsämisestä. Keskenään voidaan sekoittaa ainoastaan kahdesta peräkkäisestä lypsystä tai korkeintaan 24 tunnin kuluessa toisistaan suoritetuista lypsyistä peräisin olevaa maitoa.

Tila voi toimittaa raakamaitoa suoraan kuluttajalle myös maitoautomaatin välityksellä ilmoitettuaan siitä myyntiluvan myöntäneelle viranomaiselle. Myös jakeluautomaatissa myytävän raakamaidon lämpötilan tulee olla 0 - 4 °C ja se on vaihdettava päivittäin. Jakelulaitteessa on ilmoitettava myyjän yhteystiedot.

Kuluttajalle myytävää raakamaitoa koskevat kansalliset mikrobikriteerit koskevat salmonella- ja *Listeria monocytogenes* -bakteereiden seurantaa, pakattavaa raakamaitoa *E. coli* -bakteeria ja kokonaispesäkelukua (30 °C).

Ruotsi

Ruotsissa pastöroimatonta maitoa, kermaa ja ternimaitoa saa myydä vähäisiä määriä ainoastaan suoraan tilalta kuluttajalle (LIVSFS 2005). Vähäistä määrää ei ole määritelty. Ternimaitoa saa kuitenkin toimittaa myös vähittäismyynnin kautta suoraan kuluttajalle. Muista määräyksistä poiketen myös ns. perinnetilat saavat Ruotsissa myydä pastöroimatonta raakamaitoa ja raakamaidosta perinteisin menetelmin valmistettuja tuotteita suoraan kuluttajalle.

Tuottajan on kuitenkin kirjattava nettelytapansa siten, että niiden avulla voidaan osoittaa kansallisten säädösten täyttyvän.

Ruotsissa on tarkoituksena määritellä, miten paljon maitoa 'vähäinen määrä' tarkoittaa (Karin Backström, Livsmedelsverket. Henkilökohtainen tiedonanto 2011). Erityisvaatimuksia raakamaitoa myyville tiloille ei ole säädetty. Raakamaitoa ei kuitenkaan saa toimittaa esim. ravintoloihin. Elintarvikeviranomaisen ei suosittele pastöroimattoman maidon juomista (L. Plym-Forshell, Livsmedelsverket. Henkilökohtainen tiedonanto 2011).

Saksa

Saksassa maitotiloja koskevat hygieniavaatimukset on säädetty kansallisessa hygienialaissa. Raakamaidon toimittaminen kuluttajalle on kielletty kahta poikkeusta lukuun ottamatta: suora raakamaidon myynti kuluttajalle tilalta ja pakatun raakamaidon ("Vorzugsmilch") myynti on sallittu. (A. Sanwidi, Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection. Henkilökohtainen tiedonanto 2011). Bundesministerium der Justiz on säätänyt raakamaidon myyntiin liittyvästä toiminnasta seuraavassa esitetyllä erityislainsäädännöllä (TierLMHV – Einzelnorm § 17, § 18 ja liite 9).

Suoramyyntiä harjoittavan tilan on tiedotettava eläinlääkintöviranomaiselle raakamaidon myynnistä kuluttajille. Lupa ei kata raakamaidon toimittamista vähittäismyymälään esim. tilan ulkopuolelle sijoitettuja säiliöitä. Raaka-

maito on myytävä vuorokauden sisällä lypsämisestä eikä sitä saa pakata. Suoramyyntipaikalla pitää lisäksi olla tiedote, jossa kehoitetaan keittämään raakamaito ennen kulutusta. Suoramyyntitilalla tuotantotilan ja varaston rakenteiden tulee olla helposti puhtaana pidettävät ja desinfioitavissa, jätehuollon hallinnassa ja veden juomavettä. Tilalla on noudatettava hyvää elintarvike- ja henkilöhygieniää, ja tilan työntekijöillä on oltava toimintaan soveltuva koulutus.

Lypsetyn maidon lämpötila on jäähdytettävä 4 °C:seen kahden tunnin sisällä lypsämisestä eikä maidonkeräykseen otettavan maidon lämpötila saa olla korkeampi kuin 8 °C. Pakatun raakamaidon myyntiä varten tilan on saatava toiminnalle asianomaisen valvontaviranomaisen hyväksyntä, minkä jälkeen raakamaitoa voidaan pakata ja myydä myös vähittäismyymälöissä tietyin ehdoin. Maito on jäähdytettävä 4 °C:seen enintään kahdessa tunnissa lypsämisensä jälkeen, pullotettua maitoa on säilytettävä korkeintaan 8 °C:ssa luovuttamiseen asti. Pakkausmerkintöjen pitää sisältää enintään 96 tunnin päähän lypsystä määritelty viimeinen käyttöpäivä sekä säilytysohje korkeintaan 8 °C:ssa. Vaatimukseen kuuluu, että eläinlääkärin on tarkastettava pakattua raakamaitoa tuottavat lehmät kuukausittain, ja lehmien utareterveyttä on valvottava määrittämällä kuukausittain maidon solupitoisuus. Lisäksi vaaditaan, että tietyt bakteerit määritetään ja ne jäävät annetun raja-arvon alle (Taulukko 2). Maitotilan on täytettävä myös määritellyt olosuhdekriteerit.

Taulukko 2. Vähittäismyyntiin luovutettavalle lehmän, vuohen, lampaan ja hevosen pakattavan raakamaidon tuotannolle asetetut tilakohtaiset ehdot Saksassa.

| Näytteenottokohde | Tutkittava suure | Seurantatiheys | Raja-arvo ²⁾ |
|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|--|
| 1. Eläinkohtaiset tutkimukset | | | |
| Raakamaitoa tuottavat eläimet | eläimen terveys | kerran kuukaudessa | terve |
| Lehmän- ja lampaan-maito | solumäärä | kerran kuukaudessa | alle 250.000 solua/ml ¹⁾ |
| Hevosenmaito | solumäärä | kerran kuukaudessa | alle 10.000 solua/ml ¹⁾ |
| Vuohenmaito | solumäärä | kerran kuukaudessa | alle 1 milj. solua/ml ¹⁾ |
| 2. Tilatason tutkimukset | | | |
| Tankkimaito | mikrobimäärä | kerran kuukaudessa | m = 20.000 M = 50.000 n = 5 c = 2 |
| Tankkimaito | enterobakteerit | kerran kuukaudessa | m = 10 M = 100 n = 5 c = 2 |
| Tankkimaito | koagulaasiposiitiviset stafylokokit | kerran kuukaudessa | m = 10 M = 100 n = 5 c = 2 |
| Tankkimaito | salmonella | kerran kuukaudessa | ei todettavissa / 25 ml |
| Tankkimaito | patogeeniset mikrobit | kerran kuukaudessa | ei todettavissa / 25 ml |
| Tankkimaito hevosen-maito | hemolyytiset streptokokit | kerran kuukaudessa | ei todettavissa / 1 ml |
| Tankkimaito: lehmän- ja lampaanmaito | solumäärä | kerran kuukaudessa | m = 200.000 M = 300.000 n = 5 c = 2 |

¹⁾ m = alempi raja-arvo, M = ylempi raja-arvo, n = osanäytteiden lukumäärä, c = yli m tai välillä m ja M ($m < x \leq M$) olevien osanäytteiden määrä.

²⁾ soluluvun ylittyessä tutkittava utaretulehdusbakteerit.

Sveitsi

Myös Sveitsissä on joitakin raakamaidon myyntiä koskevia säädöksiä. Raakamaidon myynti on mahdollista, mutta tuotteeseen on merkittävä selvästi, että kysymys on raakamaidosta, ja ettei tuotetta ole tarkoitettu kulutettavaksi ilman kuumennuskäsittelyä (70 °C). Velvoite viitata kuumennuskäsittelyyn kattaa kaiken myytävän raakamaidon, sekä pakatun että pakkaamattoman. Sveitsissä ei ole arvioitu raakamaidon aiheuttamia riskejä, koska raakamaito ei ole siellä sellaisenaan kulutettavaksi

tarkoitettu. (C. Blumer, Schweizerische Eidgenossenschaft. Henkilökohtainen tiedonanto 2011).

Tilalta meijeriin lähtevästä raakamaidosta on säädetty, ettei sen mikrobimäärä saa ylittää 80 000 pmy/ml, somaattisten solujen määrä 350 000 kpl/ml, eikä maidosta saa olla todettavissa antibioottijäämiä. Muiden eläinten tankkimaidosta on säädetty, ettei mikrobimäärä saa ylittää 1 500 000 pmy/ml ja ettei siitä saa olla todettavissa antibioottijäämiä. Käytettäessä muiden eläinten maitoa raakamaitotuotteiden valmistukseen

mikrobimäärä ei saa ylittää 500 000 pmy/ml (The Federal Authorities of the Swiss Confederation 2011).

Tanska

Tanskan kansallisen lainsäädännön mukaan kulutukseen myytävää maitoa koskee pastörintipakko, josta viranomainen voi myöntää poikkeuksen, jos tilalla noudatettujen hygieniamenettelyiden voidaan arvioida korvaavan sen. Tuottaja voi kuitenkin toimittaa vähäisen määrän raakamaitoa suoraan kuluttajalle. Vähäinen määrä on määri-

telty enintään 70 litraksi viikossa (3 640 litraa vuodessa). Maito on luovutettava kuluttajan omassa astiassa. (C. Galliano, Ministry of Food, Agriculture and Fisheries. Henkilökohtainen tiedonanto 2011).

Maito tulee jäähdyttää lypsyn jälkeen niin, että sen lämpötila on korkeintaan 6 °C. Maito on myytävä vuorokauden sisällä lypsämisestä. Raakamaidon tulee täyttää EU-asetusten velvoitteiden lisäksi tietyt kansalliset mikrobiologiset vaatimukset (Taulukko 3) (Fødevarestyrelsen 2008).

Taulukko 3. Tanskassa raakamaidolta edellytettävät mikrobiutkimukset.

| Näytteenottokohde | Tutkittava suure | Raja-arvo |
|------------------------|--------------------------|---|
| Tilan maitokarja | <i>Salmonella Dublin</i> | ei todettu |
| Raakamaito | <i>E. coli</i> | n = 1, m = 1, M = 10 pmy/ml ¹⁾ |
| Ternimaito, lehmä | kokonaismikrobimäärä | 100 000 pmy/ml |
| Ternimaito, muut lajit | kokonaismikrobimäärä | 1 500 000 pmy/ml |

¹⁾ n näytteen muodostavien osanäytteiden lukumäärä; tulos on hyväksyttävä, jos kaikkien osanäytteiden tulokset ovat <m, varauksin hyväksyttävä, jos sallittu määrä osanäytteistä (c/n) antaa tuloksen, joka on välillä m - M ja muiden osanäytteiden tulokset ovat <m. Tulos ei ole hyväksyttävä, jos yksi tai useampi osanäyte antaa tuloksen, joka on >M tai jos useampi osanäyte, kuin mitä sallitaan (c/n), antaa tuloksen, joka on välillä m - M.

Yhdistynyt kuningaskunta

Yhdistyneessä kuningaskunnassa tilalta sallittu "vähäinen myynti" on määriteltä maitomiehen jakamaksi laatikolliseksi maitoa päivässä (24 pintiksi eli noin 14 litraksi raakamaitoa päivässä ja 5 000 litraksi vuodessa). Raakamaidolle asetetut mikrobiologiset vaatimukset on esitetty taulukossa (Taulukko 4) (The Food Hygiene Regulations 2006). (K. Pratt, Food Standards Agency. Henkilökohtainen tiedonanto 2011).

Englannissa ja Walesissa on kehitteillä maidontuotantotilojen valvontaa varten uudistuksia, joilla tavoitellaan koko tuotannonalalle korkeampaa hygieniatasoa, joustavuutta tulevaisuuden

haasteita varten sekä taloudellista säästöä (FSA 2011). Suunnitteilla on kaikkien maidontuotantotilojen joka toinen vuosi tehtävät tarkastukset. Tarkastuksessa otettaisiin huomioon näytteiden tulokset, valitukset, ruokamyrkytystiedot sekä laatu järjestelmään sisältyvät ja viranomaisien suorittamat auditoinnit. Valvontaa on tarkoitus lisätä tiloilla, jotka eivät täytä vaatimuksia. Maidontuottajien omaan yhdistykseen kuuluvia tiloja (noin 95 % tiloista) auditoidaan säännöllisesti, minkä on suunniteltu vähentävän viranomaisen tekemiä tarkastuksia 10 vuoden välein tapahtuviksi. Raakamaitoa kuluttajille toimittavien tilojen tarkastukset on suunniteltu tehtävän puolivuositain.

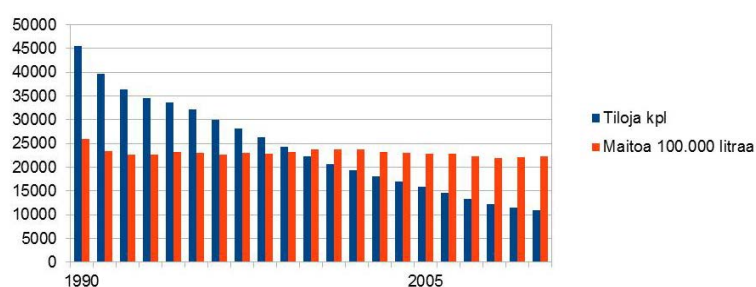
Taulukko 4. Raakamaidon myynnille kansallisesti asetetut mikrobiologiset vaatimukset Englannissa ja Walesissa.

| Näytteenottokohde | Tutkittava suure | Raja-arvo |
|-------------------|----------------------------|--------------------|
| Raakamaito | kokonaismikrobimäärä 30 °C | alle 20 000 pmy/ml |
| Raakamaito | Koliformit bakteerit | alle 100 pmy/ml |

3 Maidon tarjonta Suomessa

Maidontuotanto on nykyään maatilojen toiseksi yleisin päätuotantosuunta kasviviljelyn jälkeen. Joka kuudes suomalainen maatila on maitotila, ja v. 2010 niitä oli noin 11 000 tilaa (Lähde: SVT: Tike, Maatilojen rakenne). Maitoa Suomessa tuotetaan vuosittain noin 2,2 miljardia litraa. Tuotetun maidon määrä on vähentynyt viimeisten kolmenkymme-

nen vuoden aikana 25 %, vaikka maitoa meijeriin toimittavien tilojen määrä väheni huomattavasti nopeammin. Kahdenkymmenen vuoden aikana, vuodesta 1990 vuoteen 2010, maitotilojen lukumäärä väheni neljäsosaan vaikka meijeriin toimitetun maidon määrä pysyi samana ajanjaksona melko vakaana (Kuva 2).



Kuva 2. Meijeriin maitoa toimittaneiden tilojen lukumäärä sekä niiden meijeriin toimittaman maidon määrä vuosittain 1990–2010 (Lähde: Tike: Meijeritilasto).

Lypsylehmien määrä on vähentynyt viimeisten parinkymmenen vuoden aikana puoleen ja on nyt vajaat 300 000 lehmää. Samassa ajassa keskimääräisen tilan meijeriin toimittaman maidon määrä on kuitenkin noussut 3,5-kertaiseksi. Lypsylehmän tuottama vuosittainen maitomäärä on puolestaan lisääntynyt noin 4 500 litrasta vajaan 8 000 litraan vuosien 1980–2010 aikana. Maitotilojen lukumäärä on siis vähentynyt tuntuvasti ja Suomessa tuotetun maidon määrä jonkin verran, mutta yksittäisen maitotilan tuottaman mai-

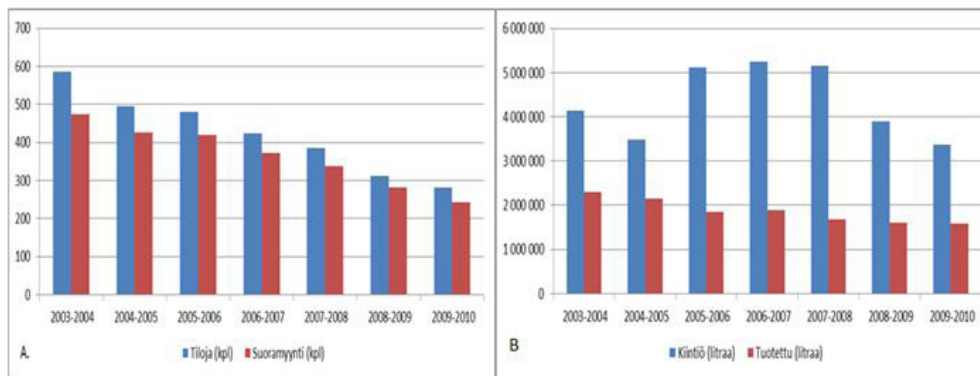
don määrä on lisääntynyt sekä tilan lehmämäärän että kunkin lehmän tuottaman maitomäärän kasvun myötä.

Suoraan tilalta kuluttajalle tapahtuvan raakamaidon myyntiä varten on myönnetty suoramyyntikiintiöitä kiintiökausittain sekä useammille tiloille että suuremmalle määrälle kuin Suomessa on toteutunut (Kuva 3). Eniten raakamaitoa on myyty kiintiökaudesta 2003/2004 Etelä-Pohjanmaan, Lapin- ja Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten (ELY) alueilla. Raa-

kamaidon suoramyynä on ollut voimakasta näiden vuosien aikana Varsinais-Suomen, Pohjois-Savon ja Lapin alueilla. Kiintiökaudella 2009/2010 suoramyyn-timäärän 2 500 kg ylitti 52 tilaa; niistä 27 maitotilaa myi yli 5 000 kg ja 18 tilaa yli 10 000 kg lehmänmaitoa.

Vaikuttaa siltä, että tilat jotka tuottavat maitoa enemmän myös myyvät suoraan kuluttajalle raakamaitoa enemmän. Vuodesta 2003 tilan keskimäärin suoramyynnissä myymä raakamaidon

määrä oli lisääntynyt vuoteen 2010 mennessä noin 4 800 kg:sta 6 500 kg:aan vuodessa (MMM 2011). Suoramyynnin määrällä mitaten suurimmat tilat sijaitsivat Lapissa, missä niiden myynti oli kiintiökaudella 2009/2010 lähes viisinkertainen maan keskiarvoon verrattuna; seuraavaksi suurimmat tilat sijaitsivat Keski- ja Kaakkois-Suomessa sekä Satakunnassa. Lukumääräisesti eniten suoramyynä harjoittaneita tiloja oli kiintiökaudella 2009/2010 Pohjois- ja Etelä-Pohjanmaalla sekä Pirkanmaalla.



Kuva 3. Maidon suoramyynä myönnetyt luvat ja niiden toteutuminen A. tiloittain ja B. tuotantomäärinä kiintiökausina 2003/2004–2009/2010.

Tuonti ja vienti

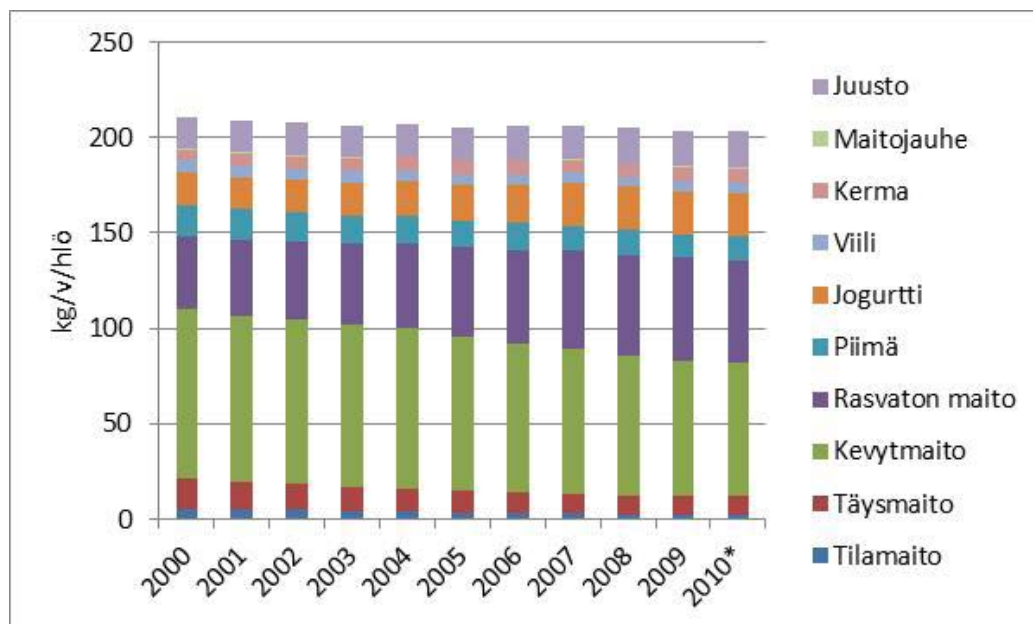
Suomi on maidon suhteen omavarainen maa. Sekä tuonti että vienti on ollut suhteellisen vähäistä, joskin molempien kasvua on ollut havaittavissa 2000-luvun loppupuolella (Tullin Uljas-tietokanta, <http://uljas.tulli.fi>). Vuonna

2010 maitoa tuotiin yhteensä 54 miljoonaa litraa pääasiassa Ruotsista, Saksasta ja Virosta (tuonnin määrän mukaisessa järjestyksessä), jotka yhdessä vastasivat 99 % tuonnista. Samana vuonna maitoa vietiin 15 miljoonaa litraa lähinnä Ruotsiin ja Venäjälle, joihin vietiin yhteensä 99 % kaikesta vientimaidosta.

4 Maidon käyttö Suomessa

Viimeisten 30 vuoden aikana tiloilta meijeriin menevän lehmänmaidon osuus tilalla tuotetusta maidosta on kasvanut 93 %:sta 98 %:iin, ja oli vuonna 2010 runsaat 2,2 miljardia litraa vuodessa (Tike 2011). Suomalaiset nauttivat maitoa ja maitotuotteita keskimäärin runsaat 200 kg vuodessa (Kuva 4). Niiden käyttö on vähentynyt hieman (noin 3,5 %) 2000-luvulla. Suuntaus kevyt- tuotteisiin on selkeä, sillä kaikkien muiden nestemäisten maitotuotteiden kulutus on vähentynyt paitsi rasvattoman

maidon, jonka käyttö lisääntyi kymmenessä vuodessa 50 %. Muista tuotteista lisääntyi erityisesti jogurtin kulutus (noin 30 %). Suomalaiset juovat maitoa henkeä kohti noin 135 litraa vuodessa. Siitä kevytmaitoa on noin puolet ja rasvatonta maitoa vajaan 40 %. Raakamaidon käyttö väheni kymmenen vuoden ajanjaksona kolmannekseen ja on nyt noin kaksi litraa (1,8 l) vuodessa. Raakamaidon osuus maidon ja maitotuotteiden kulutuksesta on noin 1 %.

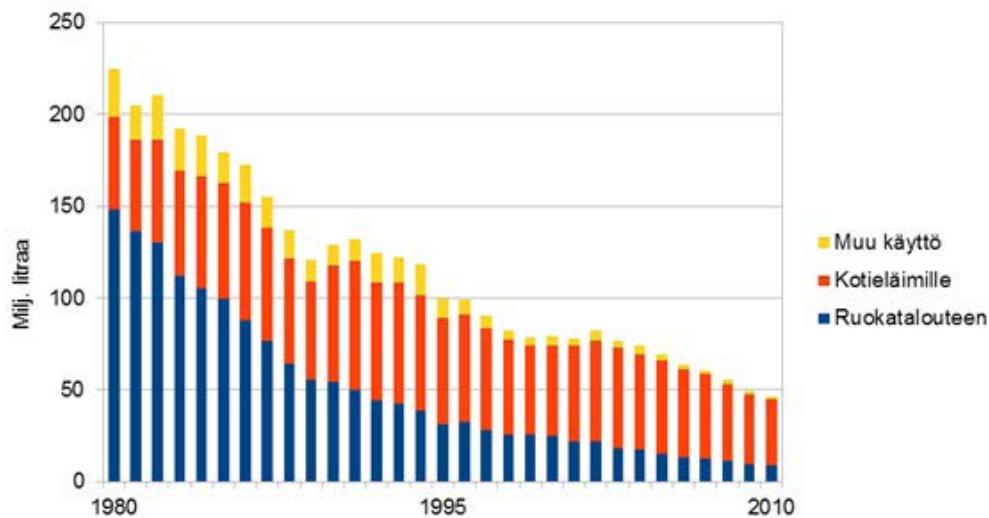


Kuva 4. Maidon ja maitotuotteiden kulutus henkeä kohti Suomessa vuosina 2000–2010. (2010* ennakkotieto 1.12.2011) (Lähde: Tike, Ravintotase, 2011). Tilamaidolla tarkoitetaan pastöroimatonta, homogenoimatonta maitoa.

Raakamaidon käyttö maataloilla

Samalla kun meijeriin toimitettavan maidon osuus maitotiloilla tuotetusta maidosta on kasvanut, maataloilla käytettävän maidon osuus on pienentynyt (vuoden 1980 jälkeen 3,5-kertaisesti) (Tike, Maito- ja maitotuotetilasto 2011). Vuonna 2010 omaan käyttöön jätettiin

noin 46 miljoonaa kg maitoa, josta alle puoli prosenttia käytettiin ruokatalouteen (vähennystä 5 %:sta). Muu käyttö oli 30 vuotta sitten yli seitsemän kertaa nykyistä suurempaa (Kuva 5). Suurin osa tilan omaan käyttöön jäävästä maidosta menee eläimille, lähinnä vasikoille. Eläimille käytettävän maidon määrä oli vuonna 2010 noin 36 miljoonaa kg.



Kuva 5. Maidon käyttö suomalaisilla maataloilla vuosina 1980–2010. (Lähde: Tike, Maito- ja maitotuotetilasto, 2011)

5 Suomalaisen maidon mikrobiologinen laatu

Suomalainen maito tai siitä valmistetut tuotteet ovat aiheuttaneet harvoin ruokamyrkytys epidemioita, mitä pidetään pastöroinnin ja hyvälaatuisen raaka-aineen seurauksena. Pastörinti tuhoaa maidossa mahdollisesti olevien bakteerien vegetatiiviset solut tasolle, jolla ne eivät aiheuta terveydellistä riskiä kuluttajille. Iskukuumennus tuhoaa myös itiöllisten bakteerien kuten klostridien ja bacillusten itiöt.

Meillä myös todetaan tuotantoeläimissä suhteellisen harvoin sellaisia tauteja aiheuttavia mikrobeja, jotka voisivat tarttua maidon kautta ihmisiin aiheuttaen vakavia tauteja. Bruselloosia on tavattu Suomessa märehtijällä viimeksi vuonna 1960 ja nautatuberkuloosia vuonna

1982 (Evira 2009). Salmonelloosia todetaan lypsykarjatilastoilla satunnaisesti, mutta tällöin tilalla voimassa olevat rajoitukset estävät raakamaidon myynnin suoraan kuluttajalle (MMM 1994).

Suomalaisilta tiloilta meijeriin toimitettu maito on korkealaatuista. Viimeisen vuosikymmenen aikana meijeriin toimitetusta lehmän raakamaidosta on luokiteltu erinomaiseen, ns. E-luokkaan yli 90 % (Taulukko 5). E-luokan maidossa bakteerimäärän on oltava alle 50 000 pmy/ml (kahden kuukauden geometrisena liukuvana keskiarvona) ja somaattisten solujen määrän alle 250 000 kpl/ml (kolmen kuukauden liukuvana geometrisena keskiarvona) (Maitohygienialiitto 2011 ja 2012a).

Taulukko 5. E-luokan osuus maidosta vuosina 2001–2011.

| Vuosi | E-luokan osuus (%) |
|-------|--------------------|
| 2001 | 92,2 |
| 2002 | 92,6 |
| 2003 | 92,2 |
| 2004 | 92,6 |
| 2005 | 93,9 |
| 2006 | 94,6 |
| 2007 | 94,6 |
| 2008 | 95,2 |
| 2009 | 94,8 |
| 2010 | 94 |
| 2011 | 93,9 |

Raakamaidossa olevia, kuluttajalle sairautta aiheuttavia mikrobeja ei toisaalta ole kartoitettu Suomessa kattavasti. Jotakin suppeita tutkimuksia on kuitenkin tehty. Esimerkiksi Hännisen ja Raevuoren (1981) tutkimuksessa analysoitiin *C. jejuni* ja *Y. enterocolitica* -bakteereja (nykyistä menetelmää vähemmän herkällä viljelytekniikalla) 81 suomalaisesta tankkiraakamaitonäytteestä. Yhdestäkään ei löytynyt niitä. Sen sijaan ei-patogeenisia *Y. enterocolitica* -kantoja todettiin 4,9 %:ssa näytteistä. Lähes kolmekymmentä vuotta myöhemmin Meriluodon (2009) vuonna 2008 tekemässä tutkimuksessa todettiin *L. monocytogenes* -bakteereja 2,8 % :lla tutkituista tilojen raakamaitonäytteistä (281 kpl).

Helsingin yliopiston eläinlääketieteellisen tiedekunnan elintarvikehygienian ja ympäristöterveyden osaston kesällä 2011 tekemässä pilottitutkimuksessa, jossa analysoitiin maidontuottajien tilatankeista otettuja raakamaitonäytteitä, tutkittiin suomalaisen raakamaidon hygieenistä laatua ja useiden tautia aiheuttavien bakteereiden esiintyvyyttä. Projektissa tutkittujen 183 tilalta otettujen näytteiden kokonaisbakteeripitoisuudeksi todettiin koko tutkimusajanjakson ajalta 4,10 log pmy/ml (eli noin 13 000 pmy/ml) (Pulkkinen ym. 2011). Maitohygienialiiton koko maan kattavassa aineistossa kokonaisbakteeripitoi-

suudet olivat noin 3,7 - 3,8 log pmy/ml eli noin 5 000 - 6 500 pmy/ml (Maitohygienialiitto 2011).

Kesällä 2011 tutkituista näytteistä 6 % sisälsi *L. monocytogenes*-, 17 % ei-patogeenisia yersinia- (9 % *Y. enterocolitica*) ja 3 % sytotoksiinia tuottavaa *Escherichia coli* (STEC) -bakteereita (Salonen ym. 2011). Kampylobakteereita (Huuskonen ym. 2011) ja salmonellaa (Salonen ym. 2011) ei todettu kartoituksessa tutkituista näytteistä. Koagulaasipositivisten stafylokokkien esiintyvyys tankkimaitonäytteissä oli 34 % ja *B. cereus* -ryhmän (*Bacillus cereus*, *Bacillus weihenstephanensis*, *Bacillus mycoides*, *Bacillus pseudomycoides*, *Bacillus thuringiensis* ja *Bacillus anthracis*) esiintyvyys oli 21 % (Lindström 2012).

Projektissa saadun tiedon perusteella suomalaisen raakamaidon pääteltiin olevan laadultaan vaihtelevaa joskin pääosin hyvälaatua, mutta sisältävän uloste- ja ihoperäisiä mikrobeja varsin yleisesti (Pulkkinen ym. 2011). Tutkimus osoitti myös sen, että suomalainen raakamaito voi olla satunnaisesti saastunut *L. monocytogenes* ja STEC (mahdollinen EHEC) -bakteereilla, ja että raakamaito tai raakamaitotuotteet saatavat toimia tartunnan lähteenä etenkin riskiryhmiin kuuluvalla väestöllä (Salonen ym. 2011).

6 Raakamaito ja raakamaitotuotteet ruokamyrkytysten aiheuttajina

Ruokamyrkytyksellä tarkoitetaan tarttuvaa tautia tai myrkytystä, jonka henkilö on saanut ruoasta tai talousvedestä. Ruokamyrkytysepidemiassa vähintään kaksi henkilöä on saanut oireiltaan samanlaatuisen sairauden nautittuaan samaa alkuperää olevaa ruokaa tai talousvettä (VNa 1365/2011).

Suomessa ja Euroopassa on todettu viime vuosikymmenellä joitakin maidon tai maitotuotteiden aiheuttamia ruokamyrkytys-epidemioita. Määrä on vähäinen verrattuna joihinkin muihin elintarvikeryhmiin, mutta raakamaidon ja raakamaitotuotteiden osuus on kuitenkin suhteellisesti suurempi verrattuna kuumennuskäsittelyn läpikäyneisiin maitotuotteisiin. Ruokamyrkytysten tilastointitapa ja -aktiivisuus vaihtelevat maittain, minkä vuoksi ne eivät ole keskenään vertailukelpoisia. Maan sisälläkin raportoitujen ruokamyrkytyspausten määrän arvellaan olevan vain jäävuoren huippu mm. syy-yhteyden selvittämiseen, analysointiin ja oireiden ilmenemiseen liittyvien haasteiden vuoksi.

6.1 Raakamaidon ja raakamaitotuotteiden aiheuttamia ruokamyrkytys-epidemioita Suomessa

Aikavälillä 1999–2009 Suomessa on raportoitu kahdeksan lehmän tai vuohen raakamaidosta tai raakamaitotuotteesta

aiheutunutta ruokamyrkytys-epidemiaa (joista yksi perhe-epidemia). Näistä viidessä on ollut vahva näyttö (sekä epidemiologiset tutkimukset että laboratoriotulokset vahvistavat ruokamyrkytyksen lähteen) siitä, että aiheuttajamikrobin alkuperänä on ollut raakamaito tai raakamaitojuusto. Kolmessa epidemiassa aiheuttajamikrobi pystyttiin eristämään myös tilan raakamaidosta. Epidemioissa sairastuneiden määrä on vaihdellut välillä 5 - 120 henkilöä. Aiheuttajabakteereina näissä epidemioissa olivat *C. jejuni*, *S. enterica*, *S. aureus* ja *Str. equi subsp. zooepidemicus*. Seuraavassa kuvataan kyseiset epidemiat tarkemmin.

Campylobacter

Vuonna 1999 viisi ihmistä sairastui saatuaan *Campylobacter jejuni* -tartunnan lehmän raakamaidosta. Aluksi sairastui tilan karjanhoitaja, minkä jälkeen myös neljä tilalta raakamaitoa hakenutta henkilöä sairastui vatsatautiin 3 - 4 päivän kuluttua. Kaikkien sairastuneiden ulosteesta eristettiin *C. jejuni* -bakteereita, samoin karjan ulostenäytteestä. Maitoa pidettiin todennäköisenä tartunnan lähteenä, vaikka siitä ei onnistuttu eristämään *C. jejuni* -bakteeria (Hatakka ja Halonen 2000).

Vuonna 2002 Suomessa todettiin viisi kuukautta kestänyt kuusihenkisen perheen sairastaminen, jonka aiheuttajaksi paljastui raakamaidosta saatu *C. jejuni*

(Schildt ym. 2006). Identtiset *C. jejuni* -kannat eristettiin myös perheen tilalla olleiden lehmien ulosteesta, sairastuneiden perheenjäsenten ulosteista sekä tilan tankkimaidosta. Todennäköisenä syynä tankkimaidon saastumiseen kampylobakteereilla pidettiin lypsylaitteiden huonosti sulkeutuvia lypsinten kumeja, jotka mahdollistivat lannan pääsyn maitoon.

Heinä-elokuussa 2007 sairastui *C. jejuni* -bakteereiden aiheuttamaan tautiin neljä henkilöä, joista kolme oli juonut saman tilan lehmän raakamaitoa (Niskanen ym. 2010).

Salmonella

Vuonna 1999 todettiin neljä toisiinsa läheisesti liittyntä lehmän raakamaitojuuston aiheuttamaa salmonellaepidemiaa. Ensimmäinen viranomaisten tietoon tullut epidemia tapahtui elokuussa sukujuhlissa, joissa 154 vierasta 120 sairastui kuumeiseen vatsatautiin. Samoihin aikoihin lähikaupungissa sairastui saman kerrostalon asukkaista 20 syötyään kotijuustoa (altistuneita 22 kpl). Yhteistä molemmille epidemioille oli samalta maatilalta haettu lehmän raakamaito, joista oli valmistettu kotijuustoa sukujuhlisiin ja kerrostalon asukkaille. *S. typhimurium* faagityyppi I eristettiin potilasnäytteistä, maatilan lehmistä, maitoruokinnalla olevista vasikoista sekä tilatankista.

Kolmannen salmonellaepidemian aiheutti pitopalvelukokki, joka oli saanut tartunnan yllämainitussa elokuisessa sukujuhlissa. Hänen kauttaan saastui uudessa sukujuhlissa tarjottu ruoka, josta sairastui 12 henkilöä. Neljäs samaan tapahtumasarjaan liittynyt epidemia (18 sairastunutta) sattui seuraavassa lokakuussa pidetyissä sukujuhlissa, jonne ruoat valmistanut henkilö oli osallistunut elokuussa ensimmäisen epidemian aiheuttaneeseen sukujuhlaan ja saanut sieltä salmonellatartunnan. Näistä nel-

jästä epidemiasta kaksi sai alkunsa suoraan ja kaksi välillisesti saastuneesta tinkimaidosta valmistetusta tuorejuustosta (Hatakka ja Halonen 2000).

S. aureus

Maatilalla valmistettu kutunjuusto aiheutti vuonna 1999 kotijuhlissa yhden *S. aureus* -epidemian, jossa sairastui seitsemän henkilöä (10 altistunutta). Ruokamyrkytyksen aiheuttaneen kutunjuuston *S. aureus* -pitoisuus oli korkea $4,7 \times 10^6$ pmy/g (Hatakka ja Halonen 2000).

Str. equi subsp. zooepidemicus

Vuonna 2003 yhdeksän henkilöä sairastui puolesta kahteentoista vuorokauden kuluttua nautittuaan *Streptococcus equi subsp. zooepidemicus* -bakteerilla saastunutta, vuohen raakamaidosta valmistettua tuorejuustoa. Yleisimmät oireet olivat kuume, nivelkivut ja oksentelu. Kaikki sairastuneet, heidän joukossaan kaksi juustolan työntekijää, joutuivat sairaalahoitoon keskimäärin kahden viikon ajaksi. Jokaisen ulosteesta eristettiin *S. zooepidemicus* -bakteereita. Identtinen *S. zooepidemicus* -kanta eristettiin myös juustolan yhteydessä olevan kuttutilan tilatankista, yhdestä kuttutuorejuustoerästä sekä yhdestä kutusta otetusta näytteestä. Näyttö oli siis vahva, että ruokamyrkytysepidemian aiheuttaja oli *S. zooepidemicus* -bakteerilla saastunut tuorejuuston valmistukseen käytetty raakamaito.

Tuorejuuston valmistusprosessissa maito lämmitettiin ensin 32 °C:een, lisättiin juoksute ja pidettiin juustoa kylmässä suolavedessä 15 minuutin ajan. Juustola oli kunnan viranomaisen hyväksymä laitos eikä sen rakenteissa ja toiminnassa havaittu merkittäviä puutteita. Myös omavalvontaohjelman mukainen näytteenotto oli toteutettu. Todennäköisimmin tuorejuuston valmistamiseen

käytetty maito saastui tautia kantaneesta kutusta. Sitäkään vaihtoehtoa ei voida sulkea pois, että tartunnan saaneet työntekijät ovat voineet saastuttaa juuston valmistuksen yhteydessä (Kuusi ym. 2006, Hatakka ym. 2004).

Tunnistamaton aiheuttaja

Vuonna 2005 raportoitiin lehmän raakamaitojuuston aiheuttama epidemia, jossa sairastui 70 henkilöä (Niskanen ym. 2006). Ruokamyrkytyksen aiheuttanutta mikrobia ei saatu jäljitettyä.

6.2 Raakamaidon ja raakamaitotuotteiden aiheuttamia ruokamyrkytys-epidemioita Euroopassa

Taulukossa 6 on esimerkkejä kymmenen vuoden ajalta pastöroimattoman maidon ja siitä valmistettujen tuotteiden aiheuttamista ruokamyrkytys-epidemiaista Euroopassa. Taulukko osoittaa, että maidon aiheuttamat ruokamyrkytykset ovat mahdollisia myös korkean hygienian maissa. Suomen kannalta ovat kiinnostavia ainakin ne maat, joista meille tuodaan raakamaitovalmisteita, esim. Alankomaat, Espanja, Italia, Itävalta, Portugali, Ranska, Saksa ja Sveitsi. Naapurimaan Venäjän ruokamyrkytystiedot olisivat kiinnostavia, mutta tietoja niistä on vaikea saada.

Taulukko 6. Pastöroimattoman maidon ja siitä valmistettujen tuotteiden välityksellä levinneiden mikrobien aiheuttamia epidemioita Euroopassa vuosina 1999–2009.

| Mikrobi | Serotyyppi/ toksiinityyppi | Elintarvike | Mikrobi saatu eristettyä ihmisen lisäksi | Epidemian yhte- ydessä tutkittiin maitonäytteitä | Vuosi | Maa | Sairas- tuneita | Kuol- leita | Viite |
|---------------------------------------|-------------------------------|--|---|--|-----------|---|--------------------|----------------|---------------------------|
| <i>Brucella</i> spp. | melitensis | vuohen maidosta valmis- tettu juusto | maito+eläin | kyllä | 2001 | Espanja | 11 | | Mendez ym. 2003 |
| <i>Brucella</i> spp. | <i>melitensis suis</i> | vuohen ja lampaan maidosta valmistettuja tuotteita | ei näyteenottoa (epidemiologisen ky- selyn perusteella yhteys tuotteeseen) | ei | 2002–2003 | Saksa | 31 | | Al Dahouk ym. 2005 |
| <i>Brucella</i> spp. | | lehmän, vuohen ja lampaan maito ja maito- tuotteet | eläin | ei | 2007 | Bulgaria | 46 | | Tzaneva ym. 2009 |
| <i>Campylobacter jejuni</i> | | maito | maito | kyllä | 2007 | Alankomaat | 16 | | Heuvelink ym. 2009 |
| <i>Campylobacter jejuni</i> | | maito | eläin | kyllä | 2005 | Alankomaat | 22 | | Heuvelink ym. 2009 |
| <i>Campylobacter</i> spp. | | maito | ei näyteenottoa (epidemiologisen ky- selyn perusteella yhteys tuotteeseen) | ei | 2002 | Alankomaat | 28 | | van den Brandhof ym. 2004 |
| <i>Campylobacter jejuni</i> | | maito | eläin | kyllä | 1999 | Saksa | 11 | | Reintjes ym. 1999 |
| <i>Campylobacter</i> spp. | | maito | ei näyteenottoa (epidemiologisen ky- selyn perusteella yhteys tuotteeseen) | ei | 2000 | Saksa | 31 | | Thurm ym. 2000 |
| <i>Campylobacter</i> spp. | O26:H | maito | maito | kyllä | 2002 | UK | 3 | | CDR. 2003 |
| EHEC | O157 | lehmän maito | eläin | ei | 2001 | Itävalta | 2 | | Allerberger ym. 2003 |
| EHEC | O157:H7 | vuohen tai lehmän maito | eläin | kyllä | 2001 | Itävalta | 2 | | Allerberger ym. 2001 |
| EHEC | | vuohenmaidosta tehty juusto tai lehmän maidos- ta tehty juusto | eläin | kyllä | 2004 | Ranska | 3 | | Espie ym. 2006 |
| EHEC | <i>E. coli</i> O157 | vuohen maidosta valmis- tettu juusto | eläin | ei | 1999 | UK (Skotlant) | 31 | | Curnow 1999 |
| EHEC | <i>E. coli</i> O157 | maito | maidosuodatin | kyllä | 2000 | UK (Englant) | 4 | | Lighton ym. 2000 |
| EHEC | <i>E. coli</i> O157 | maito | maito+eläin | kyllä | 2000 | UK (Englant) | 2 | | Lighton ym. 2000 |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | serotype 1/2a | vuohen tai lehmän mai- dosta valmistettu juusto | juusto | ei | 2001 | Ruotsi | 48 | | Carrique-Mas ym. 2003 |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | serotype 1/2a | juusto | juusto | kyllä | 2005 | Sveitsi | 10 | 3 | Bille ym. 2006 |
| <i>Salmonella</i> | Stourbridge | vuohen maidosta valmis- tettu juusto | juusto+maito | kyllä | 2005 | Alankomaat, Itävalta, Ranska, Ruotsi, Sveitsi ja UK | 52 | | Espie ja Vaillant 2005 |
| <i>Salmonella</i> | <i>Typhimurium</i> DT7 | lehmän maidosta valmis- tettu juusto | eläin+ympäristö+juusto | kyllä | 2007 | Alankomaat | 224 | | van Duynhoven ym. 2009 |
| <i>Salmonella</i> | <i>Enteritidis</i> | juusto | eläin | kyllä | 2001 | Ranska | 215 | | Haeghebaert ym. 2003 |
| <i>Salmonella</i> | <i>Montevideo</i> | juusto | maito | kyllä | 2006–2007 | Ranska | 23 | | Dominguez ym. 2009 |
| <i>Salmonella</i> | <i>Muenster</i> | vuohen maidosta valmis- tettu juusto | juusto | ei | 2008 | Ranska | 25 | | van Cauteren ym. 2009 |
| <i>Shigella sonnei</i> | | rahka | tuotantotilien työntekijillä | kyllä | 2000 | Liettua | 36 | | Zagrebnjeviene ym. 2005 |
| <i>S. aureus</i> | | lehmän maidosta valmis- tettu perunamuusi | maito+perunamuusi | kyllä | 2003 | Norja | 8 | | Jørgensen ym. 2005a |
| <i>S. aureus</i> | | lehmän maidosta valmis- tettu juusto | juusto | ei | 2009 | Ranska | 23 / 27 | | Ostyn ym. 2010 |
| <i>S. aureus</i> | | vuohen maito | maito | kyllä | 2008 | Sveitsi | 4 | | Giezendanner ym. 2009 |
| <i>Str. equi subsp. zooepidemicus</i> | | lehmän maidosta valmis- tettu juusto | maito | kyllä | 2003 | Kanariansaaret | 15 | 5 | Bordez-Benitez ym. 2006 |

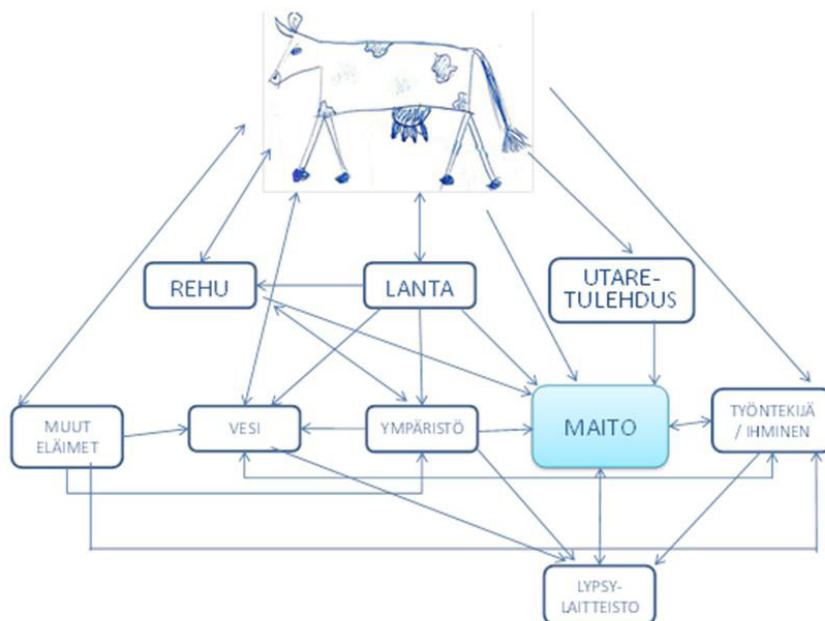
7 Maidon turvallisuuteen vaikuttavat menettelyt

Tutkijoita ja valvontaa edustavia asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan, mitä mikrobeja raakamaitoon voi päätyä ja mistä lähteistä niitä raakamaitoon voi tulla. Lisäksi heitä pyydettiin arvioimaan tiettyjä raakamaidon turvallisuuteen vaikuttavia riskitekijöitä maitotiloilla. Luvussa 7.1 esitetään asiantuntijoiden käsityksiä maidon saastumiseen vaikuttavista tekijöistä, ja luvussa 7.2 selostetaan aiheeseen liittyviä tutkimuksia. Luvuissa 7.3 ja 7.4 esitetään suomalaisille nauta- ja vuohitiloille tehdyn raakamaidon tuotantoon ja käyttöön liittyvän kyselyn tuloksia. Luvussa 7.5 kuvataan millaisia mikrobiologisia määrittäyksiä raakamaidolle tehdään maitoalan laitoksissa niille tehdyn kyselyyn saatujen vastausten perusteella. Lukuun 7.6 on koottu maitoalan toimijoiden eli raakamaitoa myyvien tilojen ja yritysten näkemyksiä raakamaidon

myynnistä. Luvussa 7.7 kuvataan raakamaitoa ja raakamaitotuotteita käyttäville kuluttajille tehdyn kyselyn tuloksia.

Raakamaidon mikrobisaastumiseen liittyneissä asiantuntijoiden haastatteluisa on sovellettu asiantuntija-arvioinnin (expert opinion) tekniikkaa. Asiantuntija-arviolla tarkoitetaan tutkimusmenetelmää, jossa alan parhaat saatavilla olevat asiantuntijat ilmaisevat käsityksensä omaan alaansa liittyvästä asiasta. Käsitys rakentuu näyttöön perustuvasta tutkitusta tiedosta, jonka pohjalta asiantuntija muodostaa mielipiteensä. Tunnetuimmat asiantuntija-arviot ovat muunnelmia Delphi-menetelmästä, jonka ensimmäiset kuvaukset esitettiin jo 50 vuotta sitten (Dalkey 1967). Asiantuntija-arvioita käytetään mm. pankki- ja vakuutusalojen riskinarvioinneissa (Eerola 2001).

7.1 Maidon saastumislähteet tilalla ja niiden merkitys



Kuva 6. Kaaviokuva maidon saastumiseen vaikuttavista tekijöistä.

Lypsetty maito on voinut saastua tilalla useita eri reittejä pitkin joko suoraan eläimestä tai epäsuorasti (Kuva 6). Asiantuntijat pitivät todennäköisimpinä syinä maidon saastumiseen lantaa, navettaympäristöä, ja lypsylaitteistoa, muina mahdollisia raakamaidon

saastumislähteinä pidettiin rehua ja vettä. Myös navettatyöntekijät, toiset eläimet ja utaretulehdusmaito voivat saastuttaa maidon. Todennäköisimpinä pidetyt saastumislähteet on esitetty mikrobeittain taulukossa (Taulukko 7).

Taulukko 7. Tärkeimpinä pidetyt raakamaidon biologiset vaarat ja niiden tartuntalähteet suomalaisella maitotilalla.

| Biologinen vaara | Tartuntalähteet | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|-------|---------------|--------------|------|-----------|------------|------------------|
| | Rehu | Lanta | Utaretulehdus | Muut eläimet | Vesi | Ympäristö | Työntekijä | Lypsy-laitteisto |
| <i>B. cereus</i> | x ¹⁾ | x | | | | x | | x ²⁾ |
| <i>C. jejuni</i> | | x | | x | x | x | x | |
| <i>EHEC</i> | | x | | | | | x | |
| <i>L. monocytogenes</i> | x | x | | x | | x | | x ²⁾ |
| <i>S. enterica</i> | x | x | | x | | x | x | |
| <i>S. aureus</i> | | | x | x | | | x | x |
| <i>Str. equi ssp. zooepidemicus</i> | | | | x | | | | |
| <i>Y. enterocolitica</i> | x | x | | x | x | x | x | |
| <i>Y. pseudotuberculosis</i> | x | x | | x | x | x | x | |

¹⁾ Itiöt kulkeutuvat ruoansulatuskanavan läpi lantaan. ²⁾ Voivat muodostaa biofilmin putkistoon

Lanta

Lantaa pidettiin tärkeimpänä zoonoottisten mikrobien lähteenä maidon tuotannossa. Se levittää tehokkaasti mikrobeja kaikkialle navettaympäristöön, kuten kuvassa 6 on esitetty. Tartuttaa kantavien eläinten lantaa pidettiin todennäköisimpänä lähteenä *C. jejuni*, *S. enterica*, EHEC ja *Yersinia*-bakteerien aiheuttamalle raakamaidon saastumiselle. Myös *B. cereus* ja *L. monocytogenes* -bakteereja pidettiin todennäköisinä lypsykarjan suolistosta peräisin olevina raakamaidon saastuttajina. Näitä bakteereja päätyy lantaan mm. rehusta bakteerien kulkeutuessa lehmien suoliston läpi. Eläinten ja ympäristön puhtaanapidon laiminlyönnin lisäksi suuren eläintiheyden arvioitiin voivan lisätä eläinten lantaisuutta ja siten maidon saastumismahdollisuutta. Kaikkiaan todettiin, että mitä puhtaammat lehmät, sitä parempi maidon mikrobiologinen laatu.

Navettaympäristö

Navettaympäristön arvioitiin vaikuttavan maidon saastumiseen paljon. Erityisesti rakenteiden sijoittelun, kunnon ja puhdistettavuuden sekä ilmanvaihdon todettiin vaikuttavan maidon mikrobiologiseen laatuun. Myös puhtaita parsia ja hyvälaatuisia kuivikkeita pidettiin merkityksellisinä maidon elintarviketurvallisuukselle. Lisäksi parsi- ja lattiarakenteiden arvioitiin voivan vaikuttaa utareiden puhtauteen ja sitä kautta maidon laatuun. Lannanpoistotavan ja jätteiden käsittelyn vaikutusta riskiin pidettiin myös olennaisena tekijänä. Edellä mainitut tekijät vaikuttavat utareiden puhtauteen ja kuntoon ja sitä kautta maidon laatuun ja lypsyn kautta tapahtuvaan saastumiseen.

Bacillus- ja listeriabakteereiden todettiin voivan päätyä maitoon helposti, koska niitä esiintyy yleisesti navettaympäristössä.

Kuolleiden eläinten käsittelyä ei pidetty suurta riskiä aiheuttavana tekijänä suomalaisilla nautatiloilla, joilla raadot normaalisti poistetaan navetasta välittömästi. Raadon säilyttämisen lähellä navettaa katsottiin kuitenkin houkuttelevan haittaeläimiä ja siten lisäävän myös maidon patogeenisillä mikrobeilla saastumisen riskiä.

Vuodenaikojen ei katsottu vaikuttavan kovinkaan paljon raakamaidon laatuun. Kesää pidettiin kuitenkin maidon hygienian kannalta kaikkein riskialteimpana vuodenaikana, talvea puolestaan vähäriskisimpänä.

Lypsy

Asiantuntijat pitivät puutteellista lypsyhygieniää sekä likaisia lypsimiä, maitoputkia ja maitosäiliöitä tärkeinä riskitekijöinä maidon mikrobiologiseen laadulle. Kaikki ulosteperäiset bakteerit kykenevät saastuttamaan lypsylaitteet ja sitä kautta maidon. Todennäköisimpinä saastuttajina pidettiin esiintyvyytensä vuoksi *L. monocytogenes*, *S. aureus* ja bacillus-bakteereita. Pääosin samojen mikrobien todettiin voivan saastuttaa myös tilasäiliössä olevan maidon. Kaikkiaan lypsykäytäntöjen arvioitiin voivan vaikuttaa merkittävästi maidon hygieniseen laatuun.

Mekaanista puhdistusta pidettiin tärkeimpänä puhtaanapidolle, sillä pesuaineetkaan eivät tehoa kohteisiin, joita ei ole ensin esipuhdistettu. Maidon mikrobiologisen laadun varmistamiseksi on tärkeää myös valita kohteisiin sopivat pesuaineet. Erityisesti *L. monocytogenes* -bakteeri voi kiinnittyä lypsylaitteistoon, varsinkin maitoputkien saumakohtiin, ja muodostaa pesuja kestävän biofilmin ja siten itse pintaisen, maitoa toistuvasti saastuttavan lähteen. Myös *B. cereus* pystyy muodostamaan biofilmejä laitteiston pinnalle.

Parsilypsyn tai lypsyaseman vaikutusta maidon mikrobiologiseen laatuun pidettiin vähäisenä. Sen sijaan automaattilypsyllä katsottiin olevan suuri vaikutus raakamaidon mikrobiologiseen laatuun mm. laitteisto- ja utarepesuongelmien vuoksi. Lypsykoneiden huonoa kuntoa ja/tai puutteellista huoltoa pidettiin maidon laatua suuresti heikentävinä tekijöinä.

Lypsettävien eläinten iän ei katsottu lisäävän eläimen riskiä tuottaa elinturveturvallisuutta heikentäviä mikrobeja. Vastapoikineen mahdollisuutta sairastua utaretulehdukseen pidettiin hieman suurempana kuin myöhemmin tuotantokaudella. Toisaalta vastapoikineen lehmän maitoa ajateltiin seurattavan tarkemmin, minkä vuoksi pääteltiin, ettei hiljattain poikineen lehmän utaretulehdusmaitoa päädy kulutukseen. Asiantuntijaryhmä oletti muulla tavoin stressaantuneen eläimen utaretulehdusriskin olevan myös keskimääräistä suurempi.

Rehu

Rehun mikrobiologisen laadun merkitystä raakamaidon laadulle pidettiin suurena. Asiantuntijaryhmän mielestä rehu toimii yleisimmin lähteenä maidon *L. monocytogenes*- ja itiöitä muodostaville *B. cereus* -bakteereille. Ne ovat myös hyvin kestäviä suolistossa, minkä vuoksi ne voivat päätyä lannan välityksellä ympäristön ja utareiden kautta maitoon. Itiölliset bakteerit ovat ongelmallisia myös siksi, että ne voivat kulkeutua ilman välityksellä esim. utareen pintaan ja siitä maitoon. Rehussa olevien mikrobi-itiöiden maidon laatua heikentävää vaikutusta voidaan merkittävästi vähentää hyvällä lypsyhygienialla. Jos rehussa on *S. enterica* ja *Y. pseudotuberculosis* -bakteereja päätyvät ne todennäköisesti myös raakamaitoon.

Rehun tyyppiä (kuivaheinä, säilörehu, vilja, muu väkirehu) pidettiin merkityksellisenä vain itiöillisille bakteereille ja listerialle, koska niiden kyky selviytyä happamissa oloissa on muita mikrobeja parempi. Mikrobiologiselta laadultaan huonolaatuisen rehun syöttämisestä aiheutuvana suurimpana kuluttajan terveyteen kohdistuvana riskinä pidettiin kuitenkin listeriaa, koska sen aiheuttama listerioositautia voidaan pitää itiölistenkin bakteerien aiheuttamia tauteja vaarallisempana. Omalla tilalla tuotetun käsittelemättömän maidon juottamista tilan eläimille pidettiin merkitykseltään vähäisenä näiden eläinten myöhemmin tuottaman maidon laadulle.

Vesi

Sekä eläinten juomaveden että utareiden ja lypsylaitteiston puhdistukseen käytettävän veden laatua pidettiin tärkeänä raakamaidon laadulle. Verkostovettä pidettiin maidontuotannolle turvallisempana vaihtoehtona kuin omasta kaivosta otettua vettä, vaikka lakisääteisten laboratoriotutkimusten arvioitiin vähentävän kaivoveden aiheuttamaa riskiä. Luonnonveden (järvi/lampi) laadulla katsottiin olevan sitäkin suurempi merkitys. Myös veden tarjoilutavalla (nipat navetassa vs. huonokuntoinen amme laitumella), juoma-astoiden puhtaudella ja kunnolla arvioitiin olevan merkitystä raakamaidon laadulle.

Elinturveturvallisuuden kannalta merkittävistä mikrobeista arvioitiin raakamaitoon päätyvän veden välityksellä todennäköisimmin kampylobakteereita ja yersinioita.

Ihmiset

Työntekijöiden hyvät hygieeniset toimintatavat rajoittavat luonnollisesti mikrobiologisten vaarojen leviämistä. Tilan työntekijöiden todennä-

köisimmin maitoon levittämänä mikrobi-na pidettiin *S. aureus*-bakteeria, jota osa ihmisistä kantaa luonnostaan limakalvoillaan esim. nenässä. Jos tilan työntekijällä on kampylobakteeri, EHEC, *salmonella*, *Y. pseudotuberculosis*- tai *Y. enterocolitica*-tartunta, hän voi levittää niitä myös maitoon. Myös navetta-työtä tekevien ihmisten käsien, kenkien yms. puutteellisten pesumahdollisuuksien arvioitiin vaikuttavan paljon maidon laatuun.

Eläimiä tai eläintiloja voivat saastuttaa suoraan tai epäsuorasti myös muut eläintiloissa käyvät ihmiset kuten tilan lapset tai esimerkiksi maatilamatkailun kautta tilalla vierailevat ihmiset sekä ammattinsa puolesta tilalla käyvät ihmiset kuten eläinlääkärit, keinosiementäjät ja eläin- ja maitoauton kuljettajat yms. Maatilamatkailun arvioitiin voivan vaikuttaa tuotetun maidon laatuun sen mukaan, miten navettavierailut ja eläinten käsittely on järjestetty.

Tilan työntekijöiden työskentelyllä muilla tiloilla tai heidän tekemillään ulkomaanmatkoilla saattaa olla vaikutusta tuotetun maidon mikrobiologiseen laatuun. Joidenkin asiantuntijoiden mielestä muilla tiloilla työskenteleminen on raakamaidon laadulle merkitykseltään kohtalainen ja joidenkin mielestä merkitykseltään pieni asia. Työntekijöiden ulkomaanmatkojen vaikutus tuotetun maidon laatuun arvioitiin vähäiseksi tai merkityksettömäksi edellyttäen, että henkilökohtaisesta ja lypsyhygieniasta huolehditaan. Kohdamaa saattaa lisätä tartuntamahdollisuuksia ja sitä kautta raakamaidon saastumisriskiä.

Muut eläimet

Tilan muilla tuotantoeläimillä, haittaeläimillä ja navettaan pääsevillä lemmikeillä on mahdollisuus saastuttaa maito suoraan tai epäsuorasti. Muut tuotantoeläimet voivat saastuttaa maidon Yersiniällä, kun taas haittaeläinten aiheutta-

massa saastumisessa korostuivat myös salmonellat. Muut eläimet voivat aiheuttaa maidon saastumisen kampylobakteereilla ja loisilla. *Y. pseudotuberculosis*-bakteerin tärkeimpinä lähteinä laitumella ja navettaympäristössä pidettiin tartunnan saaneita rottia, hiiriä ja lintuja, *Y. enterocolitica*-bakteerin puolestaan sikoja.

Salmonelloosia todetaan lypsykarjatiiloilla satunnaisesti, mutta katsottiin, että silloin kuluttajariskiä vähentävät sekä eläinten että maidon myynnin rajoitukset. Vastaavan kaltaiset rajoitukset tiloille joilla on todettu EHEC-tartunta ehkäisevät EHEC-bakteerin kulkeutumista maidontuotantoketjussa. Muilta kotimaisilta tiloilta ostettujen lehmien tilan tuottamalle maidolle aiheuttama riskiä pidettiin vähäisenä, jos tilan omavalvonta edellyttää vain terveiksi testeissä todettujen eläinten ostamista karjaan.

Tilalla olevien muiden tuotantoeläinten aiheuttamaa riskiä pidettiin pienenä. Niiden yhteyksiä lypsykarjaan ja siten mahdollisuutta saastuttaa tai tartuttaa pidettiin nykyisten, muiden eläinten pitoa lypsykarjan kanssa samoissa tiloissa rajoittavien säädösten ja omavalvontajärjestelmien toimiessa melko vähäisenä. Sen sijaan haittaeläinten, kuten karpästen, rottien ja lintujen aiheuttamaa tartunta- ja saastuttamisriskiä pidettiin suurena, samoin lemmikkieläinten vaikutusta, jos ne pääsevät tuotantotiloihin.

Nautaeläinten hankkimista ulkomailta-kaan ei pidetty nykytilanteessa suurena riskinä raakamaidon elintarviketurvallisuudelle, koska elävän lypsykarjan tuonti on vähäistä, eläimiä tuodaan pääasiassa Ruotsista ja nautojen jalostus perustuu suurimmaksi osaksi sperman ja alkuiden tuontiin. Suomeen tuodaan vuosittain noin kaksisataa lypsylehmää pääasiassa Ruotsista, minne ei juurikaan tuoda nautoja tiukkojen kansallisten paratuberkuloosi-säädösten vuoksi

(H. Nauholz, Eläintautien torjuntayhdistys ry., ETT. Henkilökohtainen tiedonanto 2011). Tuberkuloosin, paratuberkuloosin, bruselloosin ja salmonelloosin välittymistä Ruotsista tuotujen eläinten maidon välityksellä pidettiin vähäisenä toimittaessa ETT ry:n ohjeiden mukaan. Myös muiden kuin lypsyrötuisten tuontinautojen kautta välittyneen taudinaiheuttajan päätymistä maidontuotantoketjuun pidettiin vähäisenä. Sperman ja alkuioiden tuonnin ei pitäisi nykyäänkään ja -suosituksilla aiheuttaa tautiriskiä.

Ristikontaminaatiota edistävät tekijät

Maidon saastumisen tai eläimestä toiseen tapahtuvan tartunnan leviämisen kannalta pidettiin erittäin merkityksellisenä rehun ja lannan käsittelyä samoilla koneilla, laitteilla ja välineillä sekä rehun ja lannan kulkureittien risteämistä tilalla. Siihen verrattavaksi tekijäksi asiantuntijoiden haastattelussa nousi eläinten siirto ruokintapöytää pitkin ja yleensäkin eläinten ja rehujen kulkureittien risteäminen. Erittäin tehokkaasti biologisten vaarojen arveltiin leviävän myös ihmisten kulkiessa ruokintapöydällä tai haittaeläinten päästessä navettaan.

Tartuntaa kantavalla työntekijällä katsottiin olevan merkittävästi vaikutusta saastumisen leviämiseen, samoin sillä, ettei navettatyöntekijä käytä suojavaatteita. Koneiden, laitteiden ja työvälineiden yhteiskäyttöä muiden tilojen kanssa pidettiin kohtalaisen merkityksellisenä tartunnan/saastumisen leviämiseksi.

Eläinten hoito ja terveyden seuranta

Eläinten terveys ja terveydentilan seuranta on tärkeää, sillä terveet ja hyvin hoidetut eläimet tuottavat varmimmin kulutukseen kelpaavaa maitoa. Maidon

laadun ja utareterveyden seurantaa ei pidetty kuitenkaan riittävinä keinoina hallita kuluttajalle aiheutuvaa terveydellistä riskiä, sillä varsinaisten utaresairauksien lisäksi zoonoottisten sairauksien leviäminen eläimestä toiseen lisää sairautta aiheuttavien mikrobien mahdollisuutta saastuttaa tilalla tuotettua maitoa.

Solupitoisuuden ja mikrobien kokonaismäärän seurantaa pidettiin hyvänä keinona utareterveyden ja siten välillisesti myös maidon mikrobiologisen laadun seurantaan. Niiden lisäksi maidosta olisi kuitenkin hyvä kartoittaa säännöllisesti myös zoonoottisia patogeeneja mikrobeja, sillä solumäärä ei välttämättä korreloi patogeenien esiintymisen kanssa eikä kokonaismikrobimääräkään tuo esille vähäisissä määrissä esiintyviä sairautta aiheuttavia mikrobeja. Seurannan puutteen katsottiin helpottavan saastuneen maidon kulkeutumista tuotantoketjussa.

Erityisesti piilevissä utaretulehduksissa bakteerit voivat saastuttaa lypsylaitteiden ja tilasäiliön kautta myös terveiden lehmien hygienialtaan moitteettoman maidon, varsinkin jos lypsylaitteiston pesu ei ole onnistunut. Pelkällä eläinten terveydentilan ja solupitoisuuden ja kokonaismikrobimäärän seurannalla ei voida täysin ehkäistä utaretulehdusmikrobien joutumista maitoon. Raakamaidon mikrobiologiselle laadulle utaretulehdusbakteereista merkittävimpana pidettiin *S. aureus* -bakteereita.

Mikrobilääkkeiden käyttö tuotantoeläimillä saattaa lisätä resistenssiä eläimillä eristetyissä bakteereissa. Resistentit kannat ja resistenssitekijät voivat siirtyä ihmisiin esimerkiksi elintarvikkeiden välityksellä. Runsas mikrobilääkkeiden käyttö voi asiantuntijoiden mielestä vaikuttaa eläinten ja navettaympäristön mikrobien resistenssitilanteeseen ja mikrobivalikoimaan.

Työntekijöiden hygieenisia toimintatapoja sekä heidän mikrobeja ja niiden vaikutusta koskevan tiedon tasolla katsottiin olevan suuri merkitys maidon mikrobiologiselle laadulle. Tilan toimintaohjeita ja niiden noudattamista pidettiin tärkeinä hyvälaatuisen raakamaidon tuottamiseksi. Sen lisäksi viranomaisvalvontaa pidettiin kohtalaisen tärkeänä hyvän maitohygienian ylläpitämiseksi.

7.2 Maidon mikrobiologinen laatu ja saastumislähteet tutkimuksissa

Suomessa vuonna 2011 tehtyjen kartoitustutkimusten ja asiantuntijahaastatteluiden perusteella maidon tärkeimmät kuluttajan terveyttä vaarantavat biologiset taudinaiheuttajat ovat EHEC -bakteerit, *L. monocytogenes*, jotkin kampylobakteerit ja salmonella. Niiden lisäksi myös itiölliset bakteerit (*B. cereus*), *S. aureus* ja patogeeniset yersiniat saattavat olla merkityksellisiä. Maidon mahdollisia biologisia vaaroja on kuvattu tarkemmin raportin lopussa liitteessä 1.

Soluluku ja kokonaisbakteeripitoisuudet

Tilan raakamaidon solulukuun ja bakteeripitoisuuteen saattavat vaikuttaa mm. lehmien, utareiden ja lypsylaitteiden puhtaus (Zucali ym. 2011, Elmoslemany ym. 2009a, Elmoslemany ym. 2009b), tilakoko ja lypsyautomaatin käyttö. Maitohygienialiitto (2012a) on verrannut erikokoisten tilojen raakamaidon solulukumääriä, ja tulosten mukaan vuonna 2010 yli 25 000 kg/kk tuottavilla isoimmilla tiloilla oli keskimääräinen soluluku (145 000 solua/ml) suurempi kuin pienemmillä tiloilla oli (tuotanto alle 8500 kg/kk: 131 000 solua/ml, 8 500 - 17 000 kg/kk: 130 000 solua/ml ja 17 000 - 25 000 kg/kk: 132 000 solua/ml).

Automaattilypsylaitteiston käyttö vaikuttaisi lisäävän tuotetun maidon bakteeri- ja solupitoisuutta jonkin verran (Hovinen ym. 2009, Meriluoto 2009, Salovuori 2005), esim. vuonna 2010 suomalaisten automaattilypsytilojen tilasäiliöstä otetun raakamaidon soluluku oli (182 000 solua/ml) suurempi kuin muiden isojen tilojen (yli 45 lehmää: 145 000 solua/ml) (Maitohygienialiitto 2012b). Näin käy erityisesti ensimmäisen vuoden aikana (Hovinen ym. 2009). Automaattilypsyn on todettu yleensä huonontaneen myös karjan utareterveystilannetta (Hovinen ja Pyörälä 2011), mm. koska automaattilypsystä jää tärkeänä vaiheena puuttumaan lypsyn yhteydessä tehty utareterveyden ja -puhtauden tarkastaminen (Hovinen ja Pyörälä 2011, Hovinen 2009).

B. cereus

Hyvällä lypsyhygienialla voidaan vaikuttaa merkittävästi maidon hygieeniseen laatuun, jota heikentävät rehussa olevat mikrobi-itiöt (Manninen ja Nyman 2005). Itiöllisten bakteerien lähteenä maitotiloilla on tutkittu rehua, kuivikkeita, lantaa, ilmaa ja maa-ainesta. Tutkimuksissa on todettu rehussa, lannassa ja navettailmassa olevien *B. cereus*-itiöiden pitoisuuksien olevan usein liian vähäisiä voidakseen vaikuttaa maidon itiöpitoisuuteen (Christiansson ym. 1999, Magnusson ym. 2007). Säilörehusta ja maaperästä bakteerit voivat kuitenkin kulkeutua maitoon utareiden pinnalta tai ulosteista (Vissers 2007), ja laiduntavan lypsykarjan tuottaman maidon on arvioitu saastuvan *B. cereus*-itiöillä todennäköisemmin kuin sisällä navetassa pidettävän karjan (Slaghuis ym. 1997, Christiansson ym. 1999).

Kuivikkeiden (erityisesti sahanpurun) korkealla *B. cereus*-itiöpitoisuudella (yli 10 000 kpl/g) on todettu olevan yhteys maidon korkeaan itiöpitoisuuteen (yli 100 kpl/g) (Magnusson ym. 2007). Samalla havaittiin *B. cereus*

-itiöillä saastuneen rehun (yli 100 000 itiötä/g) syöttämisellä yhteys ulosteen ja maidon itiöpitoisuuksiin, ja tutkimustulosten perusteella saastunutta rehua pidettiin merkittävänä raakamaidon saastumislähteenä. Toisaalla (Vissers 2007) todettiin, että rehun *B. cereus*-itiöpitoisuuden rajoittamisella (vähemmän kuin 1 000 itiötä/g) ja säilörehun happamuuden (pH 5.0) avulla voidaan ehkäistä raakamaidon saastumista itiöillä bakteereilla.

Vain toksiineja tuottavat *B. cereus*-kannat kykenevät aiheuttamaan ihmisille terveydellistä haittaa. Kymmeneltä ruotsalaiselta tilalta eristetyistä 722 *B. cereus*-bakteereja sisältävistä raakamaitonäytteistä todettiin (emeettistä) oksennustoksiinia tuottavia kantoja 1,5 %:ssa (Svensson ym. 2006). Samoja kantoja todettiin raakamaidon lisäksi vain tilojen huuhteluvedestä ja kuivikkeista (sahanpurua), muttei lannasta, maasta, rehusta, ruohosta eikä ilmasta.

Emeettistä toksiinia muodostavat *B. cereus*-kannat voivat pinttyä pysyvästi meijerien maitosäiliöihin, ellei suoritettu pesu ole tarpeeksi tehokas (Svensson ym. 2006). Vissersin (2007) mukaan *B. cereus*-bakteereita voi päätyä maitoon myös saastuneista lypsylaitteista, kun taas Christianssonin ym. (1999) tutkimuksessa lypsylaitteiston ei todettu enää nykyään olevan olennainen raakamaidon *B. cereus*-itiöiden kontaminaatiolähde.

C. jejuni

Useissa teollistuneissa maissa broilereita pidetään ihmisten kampylobakteriosin tärkeimpänä lähteenä. Suomessa broilereiden kampylobakteerien esiintyvyys on Euroopan alhaisimpia ja tartuntalähteenä jokin muu broileria todennäköisempi. Mahdolliseksi lähteeksi on arveltu mm. nautoja (Hakkinen 2010), sillä esim. vuonna 2003 tehdyssä karitoksessa kampylobakteereita todettiin 28,7 %:n karjatasolla ja 31 %:ssa

(näistä *C. jejuni* 19,5 %:ssa) yksittäisten nautojen ulostenäytteitä (Hakkinen ym. 2007). Myös tanskalaisessa tutkimuksessa pääteltiin, että naudat saattavat olla merkittävä ihmisten kampylobakteeritartuntojen lähde, koska positiivisten tilojen osuus oli 83 %, ja maitotilojen tutkituista lehmistä 23 % eritti *C. jejuni*-bakteereita (Nielsen 2002).

Tutkimuksessa, jossa seurattiin vuoden ajan (2006–2007) kolmea suomalaista lypsykarjatilaa, todettiin, että vaikka tilan useat naudat (49,7 %) erittivät *C. jejuni*-bakteereita, kampylobakteereiden päätyminen maitoon voitiin estää hyvällä lypsyhygienialla (Hakkinen ja Hänninen 2009). Samanlaisia johtopäätöksiä on tehty myös muissa tutkimuksissa (esim. Schildt ym. 2006). Saksalaisessa tutkimuksessa todettiin *C. jejuni*-bakteereita 22 %:ssa terveiden nautojen lantanäytteistä (904 kpl) mutta vain 4,5 % samojen tilojen raakamaitonäytteistä (904 kpl) (Jacobs-Reitsma 2008). Englantilaisessa tutkimuksessa *C. jejuni*-bakteeria todettiin 83 %:lla tutkituista tiloista ja 8 %:ssa positiiviseksi todettujen tilojen raakamaitonäytteistä (5 tilaa, 111 näytettä), mutta bakteeria ei kuitenkaan todettu lainkaan niiden tilojen maitonäytteistä, joiden ulostenäytteistäkään sitä ei todettu. Amerikkalaisessa tutkimuksessa todettiin että 64 % tutkituista lypsykarjoista eritti *C. jejuni*-bakteeria ulosteseen, mutta vain 0,9 %:lla tiloista sitä pystyttiin eristämään myös raakamaidosta (Doyle ja Roman 1982).

Karjojen ja nautayksilöiden välillä on todettu huomattavia eroja kampylobakteerien erityksessä. (Hakkinen ym. 2007). Lisäksi *C. jejuni*-bakteerin esiintyvyyden on todettu olevan korkeampi nuoremmassa (25,6 %; 1–3-vuotiaissa) eläimissä kuin vanhemmissa (4 %; 3–7-vuotiaissa) (Hakkinen ym. 2007). Myös tanskalaisessa tutkimuksessa havaittiin, että *C. jejuni*-bakteeria erittivät useammin ja korkeampina pitoisuuksina nuoret vasikat kuin vanhemmat eläimet (Nielsen 2002).

Kampylobakteereiden esiintyvyydessä on havaittu vuodenaikaisvaihtelua. Vuoden 2003 suomalaisiin teurastamoihin tuotujen eläinten ulostenäytteissä *C. jejuni* esiintyvyys lisääntyi syksyä kohti mentäessä (korkeimmillaan elokuussa) (Hakkinen ym. 2007), mutta vuosina 2006–2007 maitotiloilla tehdyssä tutkimuksessa ei havaittu selvää vuodenaikaisvaihtelua (Hakkinen ja Hänninen 2009). Hakkinen ym. (2007) tutkimustulosten perusteella arvioitiin, että Suomessa kesä-elokuussa 2003 esiintyneistä ihmisten kotimaisista kampylobakteeritartunnoista 19 % liittyi nautakarjaan, muttei todennäköisesti kuitenkaan naudoista saataviin elintarvikkeisiin (Hakkinen 2010). Englantilaisessa lypsykarjatutkimuksessa havaittiin selvästi lisääntynyt lämpökestoisten kampylobakteereiden erityis keväisin ja syksyisin (Stanley ym. 1998).

Ruotsalaisessa tutkimuksessa vettä pidettiin tärkeänä kampylobakteerien lähteenä ja havaittiin, että kunnallisen veden käyttö vähensi ihmisten kampylobakteerien tartuntoja (Nygård ym. 2004), joten kunnallista vettä voidaan pitää yksityistä kaivovettä parempana vaihtoehtona myös karjan juomavedeksi sekä meijerilaitteiden pesuun. Vuoden kestäneessä suomalaisessa maitotilojen seuranta tutkimuksessa pidettiin mahdollisena syynä kampylobakteerinfektion säilymiseen karjassa juomakaukaloiden saastumista ulosteilla sisäruokintakauden aikana (Hakkinen ja Hänninen 2009). Kun naudat ovat ulkona, niiden kampylobakteeritartuntoja voidaan vähentää estämällä eläinten yhteys luonnonvesiin.

Paitsi saastuneesta juomavedestä ja riskikontaminaationa nautojen ulosteesta *C. jejuni* -bakteereita voi päätyä raakamaitoon myös utaretulehduksen vuoksi (Orr ym. 1995).

EHEC (enterohemorraginen *E. coli*)

Suomessa on vuodesta 2004 alkaen tehty seuranta teurastettavien nautojen EHEC -bakteerin esiintyvyydestä. Seurantaohjelman (24/EEO/2006) tulosten mukaan teurasnautojen EHEC -bakteeriasiintyvyys on ollut vuosittain 0,20 - 1,25 %. Ohjelman tuloksista ei voida päätellä suoraan EHEC:in tilakoh- taista esiintyvyyttä. Varsinaisia tilatason EHEC -kartoituksia on Suomessa tehty vain vuonna 2004. Tällöin tutkittiin 129 nautatilaa, joista 5,7 % oli EHEC -positi- viisia (EFSA 2004).

Koko EU:n tasolla nautaeläinkohtainen EHEC -esiintyvyys oli v. 2008 0,5 % (EFSA 2010a). Suomessa *E. coli* O157 -baktee- rin esiintyvyys on monia muita Euroo- pan maita alhaisempi, vertailukohtana esim. maitotilojen tilakohtainen esiin- tyvyys Englannissa ja Walesissa 38,7 % (Paiba ym. 2003), Skotlannissa 18,9 % (Chase-Topping ym. 2007), Tanskassa 17,0 % (Nielsen ym. 2002) ja Alanko- maissa 7,2 % (Schouten ym. 2004). Toi- saalta Norjassa *E. coli* O157 -bakteeria ei todettu yhdestäkään ulostenäyttees- tä (50 tilaa, 680 näytettä) vuonna 2002 tehdyssä kartoituksessa (Lejeune ym. 2006).

Naudan ruoansulatuskanavaa pidetään tärkeimpänä ns. EHEC -bakteerin (eli mm. *E. coli* O157:H7) ”varastona” (Wells ym. 1991). Siten lanta on EHEC -baktee- reiden kuten muidenkin ulosteperäis- ten bakteereiden leviämisen kannalta keskeinen tekijä (Schouten ym. 2005). Niinpä lannalla saastuneen rehun ja ruokintapisteen lisäksi myös saastunut- ta vettä ja vesikaukaloita pidetään mer- kittävinä tartunnanlähteinä (Hancock ym. 1998, Faith ym. 1996).

E. coli O157:H7 -bakteerit saattavat säi- lyä lannassa jopa 21 kuukautta hengis- sä, mutta lantakasan sekoittaminen voi lyhentää ajan jopa 4 kuukauteen (Kud- va ym. 1998). Vedessä *E. coli* O157:H7

-bakteereiden on todettu voivan säilyä hengissä jopa 91 päivää (Wang ja Doyle 1998).

Tilalla olevat muut eläimet voivat levittää EHEC -bakteereita. Ostaeläimet voivat olla merkittävä riskitekijä lähtötilan tasosta riippuen (Nielsen ym. 2002, Schouten ym. 2004). Schouten ym. (2004) tutkimuksessa todettiin yhdenkin tilalla olevan sian voivan olla riskitekijä nautojen *E. coli* O157 -bakteerin esiintyvyydelle. Tuotantoeläinten lisäksi karpästen (Talley ym. 2009, Ahmad ym. 2007, Alam ja Zurek 2004) ja lintujen (Oliver ym. 2005) on todettu levittävän EHEC -bakteereita navettaan ja muualle ympäristöön.

Nuorten eläinten on todettu erittävän enemmän EHEC -bakteereita kuin vanhempien lehmien (Boqvist ym. 2009, Paiba ym. 2003, Nielsen ym. 2002, Wilson ym. 1992). Sen sijaan tanskalaisessa tutkimuksessa (Nielsen ym. 2002) karjan koolla, eläinten välisten yhteyksien määrällä (pihatto vs. parsi) ja kuivike/lattiatyypillä (päivittäinen kuivikkeen vaihto / ritilä lattia vs. syvä olki alusta) ei todettu vaikutusta nautojen *E. coli* O157 -eritykseen. Toisaalta suomalaisessa (Lahti ym. 2001) ja ruotsalaisessa (Boqvist ym. 2009) tutkimuksissa havaittiin esiintyvyyden olevan matalampi maan pohjoisosista otetuissa näytteissä kuin muualla maassa ja syyksi epäiltiin alhaisempaa eläintiheyttä ja viileämpää ilmastoa.

Lahti ym. (2001) ja Schouten ym. (2005) havaitsivat myös vuodenaikaisvaihtelua *E. coli* O157 -bakteerin erityksessä todeten positiivisia ulostenäytteitä enemmän lämpiminä kuukausina kuin talviaikaan. Boqvist ym. (2009) tutkimuksessa ei havaittu samanlaisia vuodenaikaisvaihtelua, yhtenä syynä siihen pidettiin talviaikaan suhteellisen suljetussa ympäristössä navettaoloissa tapahtuvan ristikontaminaation suurempaa todennäköisyyttä. Samaan

tulokseen oli tultu skotlantilaisessa tutkimuksessa, missä kuitenkin havaittiin että vaikka *E. coli* O157 -positiivisten ulostenäytteiden määrä oli lämpiminä kuukausina alhaisempi, niin *E. coli* O157 -pitoisuus oli kuitenkin nautojen ulosteissa korkeampi lämpiminä kuukausina (Ogden ym. 2004). Myös vedestä saatujen tartuntojen määrän on todettu lisääntyvän lämpimällä säällä (Gautam ym. 2011).

L. monocytogenes

Listeria-bakteerit ovat yleisiä maaperässä. Tutkimusten perusteella *L. monocytogenes* -bakteerin tärkeimpiä lähteitä maitotiloilla ovat mm. lanta, säilörehu ja eläinten juomavesi. Schoderin ym. (2011) tutkimuksissa todettiin *L. monocytogenes* -bakteereita itävaltalaisilla vuohi- ja lammastiloilla eniten työsaappaista (15,7 %) ja eläinten ulosteista (13,0 %), säilörehussa bakteerin esiintyvyys oli 8,6 %.

Happamuudensietokykynsä vuoksi listeriaa voidaan todeta huonolaatuisessa säilörehussa, jossa voi esiintyä korkeita *L. monocytogenes* -pitoisuuksia (Pell 1997), ja säilörehun aiheuttaman lehmien *L. monocytogenes* -tartuntojen esiintyvyyden on todettu olleen jopa 3–7-kertainen ympäri vuoden säilörehua käyttävillä tiloilla verrattuna tiloihin, jotka eivät käyttäneet lainkaan säilörehua (Schroder ym. 2011). Myös muissa tutkimuksissa säilörehun käytön on todettu lisäävän *L. monocytogenes* -bakteerin esiintyvyyttä maitotilojen lehmien ulosteissa ja laiduntamisen puolestaan vähentävän sitä (Nightingale ym. 2005, Husu 1990). Erityisesti vuohitiloilla laiduntamisen merkitys on todettu suureksi (Nightingale ym. 2005). Toisaalta Foxin ym. (2009) tutkimilla tiloilla eivät säilörehu ja muut rehut näyttäneet olevan kovinkaan keskeisiä *L. monocytogenes* -lähteitä.

Maitotilojen ympäristössä olevien *L. monocytogenes* -bakteerien esiintyvyys vaihtelee tiloittain (Fox ym. 2009). Irlantilaisilla tiloilla bakteeria todettiin useimmiten lannasta, lattian ja maitolaitteiden ”valumavesistä” ja vesikaukaloista, mutta lypsylaitteista, maitonäytteistä ja kaivovesistä ei bakteeria todettu 3 kuukauden seurantajakson aikana. Tiloilla, joilla noudatettiin hyviä hygieenisiä tuotantotapoja, todettiin *L. monocytogenes* -bakteereita muita tiloja harvemmin.

Latorre ym. (2009) ottivat ympäristönäytteitä (mm. vesikaukalot, tilalle tuleva vesi, rehut, yhteislantanäytteet, kuivikkeet, karpäset) samalta maitotilalta kolmen vuoden ajan. Seurannan aikana (3 kk välein) löytyi *L. monocytogenes* -bakteereita ympäristönäytteistä selvästi useimmiten lehmien juomavedestä. Veden saastumislähteeksi epäiltiin lantaa. Amerikkalaisessa tutkimuksessa *L. monocytogenes* -bakteeria löytyi useimmiten maitotilan lietelannasta, kuivikkeista sekä sadevesialtaasta (Oliver ym. 2005). Ranskassa tehdyn riskinarvioinnin mukaan raakamaidon *L. monocytogenes* -bakteerin merkittävin lähde maitotilalla on ympäristö ja sitä kautta utareen iho (Bemrah ja Sanaa 1998). Tutkimuksen tulosten perusteella raakamaidon riski saastua lisääntyi huonolaatuisen rehun ja puutteellisen lypsyhygienian sekä eläintilojen puhtaanapidon seurauksena.

Lypsylaitteisto voi saastua mm. lannasta, ympäristöstä tai utaretulehduksesta peräisin olevilla *L. monocytogenes* -bakteereilla ja siksi lypsylaitteiston ja maitotankin tehokas puhdistus on keskeisessä asemassa ehkäistäessä *L. monocytogenes* -bakteerin päätymistä tilan raakamaitoon. *L. monocytogenes* aiheuttaa harvoin utaretulehduksia, mutta tulehduksen ilmetessä bakteereja erittyy suuriakin pitoisuuksia (103–106 pmy/ml) maitoon ja tartunta voi olla sitkeä (Bemrah ja Sanaa 1998).

L. monocytogenes -bakteeri voi muodostaa biofilmejä tilan lypsylaitteistoon ja tilasäiliöön, minkä vuoksi siitä voi olla vaikea päästä eroon (Latorre ym. 2010, Latorre ym. 2009, Lundén 2004), varsinkin jos käytetyt pesulämpötilat eivät ole riittävän korkeita tai ellei laitevalmistajan pesuohjeita noudateta (Elmoslemay ym. 2009a). Jos tilasäiliöön on päässyt muodostumaan *L. monocytogenes* -biofilmi, voi säiliöstä muodostua tilan ympäristöä ja lehmien ulostetta merkittävämpi raakamaitoa jatkuvasti saastuttavan *L. monocytogenes* -lähde (Latorre ym. 2010).

Vuodenajalla saattaa olla merkitystä *L. monocytogenes* -bakteerin esiintyvyyteen maitotilalla. Nightingale ym. (2005) havaitsivat maitotiloilla (lannassa, maassa) *L. monocytogenes* -bakteeria useammin talvella kuin muina vuodenaikoina. Samanlaisiin tuloksiin päätyivät myös Erdogan ym. (2001) Englannissa, Waak ym. (2002) Ruotsissa ja Husu (1990) Suomessa. Vuodenaikavaihtelu oli havaittavissa myös vuohitiloilla (lannassa, maassa, rehuissa, vesissä) (Nightingale ym. 2005). Husu (1990) totesi, että lehmien lannan vuodenaikoihin liittyvä *L. monocytogenes* -esiintyvyyden vaihtelu heijastui myös maitotilojen (80 kpl) raakamaidon *L. monocytogenes* -esiintyvyyteen kahden vuoden seurantajakson aikana.

Myös eläintiheys voi vaikuttaa tilan *L. monocytogenes* -bakteerin esiintyvyyteen karjassa ja raakamaidossa (Antognoli ym. 2009, Nightingale ym. 2005).

Salmonella

Salmonellabakteerien aiheuttamia kansanterveysvaikutuksia on ehkäisty Suomessa jo kymmeniä vuosia, ja nykyisin kansallisen salmonellavalvontaohjelman (MMM 1994) avulla salmonellaa valvotaan mm. naudoissa ja naudanlihassa. Lisäksi elinkeino on kehittänyt omia keinojaan salmonel-

lariskin hallitsemiseksi rehuissa, eläimissä ja elintarvikkeissa. Pitkäaikaisen vastustustyön seurauksena Suomen salmonellatilanne on hyvä ja vuosina 2000–2010 nautojen salmonellalöydökset olivat Suomessa harvinaisia: salmonellakarjoiksi luokiteltiin vuosittain 7 - 15 nautakarjaa (Zoonosikeskus 2011). Saastuneen rehun päätyminen tuotantotiloille on Suomessa harvinaista (Kuronen 2010); Suomeen tulleista ulkomaalaisista kasvisperäisistä rehueristä todettiin 2000-luvulla noin 8 % salmonellan saastuttamiksi ja Suomessa valmistetuista tuotantoeläinten rehueristä noin 1 % (Zoonosikeskus 2011).

Suomessa Eläintautien torjuntayhdistys ETT ry kiinnittää salmonellatilan saneeraus-erityistä huomiota rehun, rehuvaraston ja ruokintalaitteiden (ruokintapöydän) puhtauteen, eläintiheyden harventamiseen ja salmonellakantajien poistamiseen karjasta, synnytyshygieniaan ja pikkukasikoiden hyvään ruokintahygieniaan, navetan yleiseen järjestykseen, puhtauteen ja desinfiointiin, lannan desinfiointiin ja käsittelyyn sekä tartuntareitin katkaisemiseen navetasta pellolle.

Amerikkalaisilla maitotiloilla, joilla todettiin salmonellaa, salmonellabakteereita löytyi kuivikkeiden ja lietelannan lisäksi useimmiten rehusta, juoma-astioista, sadevesikaukaloista, rotista ja lypsylaitteiden suodattimista (Oliver ym. 2005). Suodattimista todettu salmonella kuvasi hyvin myös karjan ulosteiden salmonellaesiintyvyyttä (Oliver ym. 2009). Myös rehuvaraston kunnon ja rakenteiden on todettu vaikuttavan salmonellan esiintyvyyteen, samoin lehmien juomaveden laadun (pintavesi) ja lannanlevitysmenetelmän (Fossler ym. 2005). Tilan eläinmäärällä on todettu voivan olla merkitystä salmonellan esiintyvyyteen siten, että isoilla tiloilla salmonellan esiintyvyyksriski olisi pienempi tiloja suurempi (Warnick ym. 2003, Dodson ja Lejeune 2005, Callaway ym. 2005, Nielsen ym. 2007). Tanskalaisissa

oloissa tilalla, joka sijaitsee korkeintaan 2 km etäisyydellä salmonellatilasta, on arvioitu olevan suurempi todennäköisyys saada salmonella kuin kauempana sijaitsevalla tilalla (Nielsen ym. 2007).

Maitotiloilla, joilla todettiin toistuvasti salmonellaa, todettiin vasikkakarsinoiden hygieniatason olevan huonompi ja kulkureittien siivouksen vähäisempää kuin vertailutiloilla (Jorritsma ja Hofse 2011). Ehkäiseviksi toimenpiteiksi tällaisilla tiloilla osoittautuivat sellaisten ostoeläinten hankkiminen, jotka on testattu salmonellan varalta (Nielsen ym. 2012, Nielsen ym. 2007) ja salmonellaa erittävien eläinten eristäminen muista (Nielsen ym. 2012). Erillinen poikimisalue ja poikimiskarsinoiden eristäminen on todettu tärkeäksi salmonellan leviämistä edistäväksi keinoksi (Nielsen ym. 2012, Nielsen ym. 2011, Weber ym. 2009, Losinger ym. 1995), samoin sen puhtaanapitoon ja kuivikkeiden vaihtoon tulee kiinnittää huomiota (House ja Smith 2004, Nielsen ym. 2012).

S. aureus

S. aureus -bakteereja voi päätyä raakamaitoon varsinkin piilevää utaretulehdusta sairastavasta lehmästä, silloin *S. aureus* -pitoisuus raakamaidossa voi olla hyvin suuri (Bennett ym. 2003). Haveri ym. (2008) tutkimuksessa *S. aureus* -bakteereita havaittiin usein lehmien vedinten iholla ja lypsylaitteistosta, lisäksi niitä todettiin työntekijöiden käsistä ja nenistä, joten niitä voi päätyä raakamaitoon vedinten lisäksi navettatyöntekijöistä, elleivät he noudatta hygieenisia työtapoja (Haveri ym. 2008). Norjalaisessa tutkimuksessa todettiin *S. aureus* -bakteereja mm. tilasäiliön raakamaidosta, neljännesmaitonäytteistä (36 %), lehmien utareiden iholta, tilan työntekijän nenästä ja käsistä (lypsyn jälkeen), lypsylaitteistosta (ennen pesua, ei pesun jälkeen) ja maituhuoneen ympäristönäytteistä (Jørgensen ym. 2005b).

Vuonna 2001 tutkituista, 216 satunnaisesti valitulta suomalaiselta maitotilalta otetusta 12 661 neljännesmaitonäytteestä todettiin *S. aureus* -bakteeria 10,2 % näytteestä (Pitkälä ym. 2004). Kesällä 2011 Suomessa tehdyssä tutkimuksessa oli koagulaasiposiitivisten stafylokokkien, joihin *S. aureus* kuuluu, esiintyvyys tilasäiliöistä otetuissa näytteissä 34 % (Lindström 2012).

S. aureus -bakteereita saattaa esiintyä todennäköisemmin vuohi- kuin nautatiloilla norjalaisen tutkimuksen perusteella, jossa *S. aureus* -bakteereita sisältävien raakamaitonäytteiden osuudeksi havaittiin nautatiloilla 75 % ja vuohitiloilla 96 % (Jørgensen ym. 2005c). Kuitenkin 82 % nautatilojen ja 53 % vuohitilojen raakamaitonäytteistä oli bakteeripitoisuutensa puolesta kulutukseen kelpaavaa (pitoisuus < 100 pmy/l).

Voidakseen aiheuttaa ihmiselle ruokamyrkytyksen *S. aureus* -bakteerin pitää kyetä tuottamaan toksiinia. *S. aureus* on huono kilpailija, ja muut mikrobit voivat hidastaa sen kasvua ja enterotoksiinien tuottoa raakamaidossa (Le Loir ym. 2003). Norjalaisten vuohi- ja lehmätilojen meijeriin toimittamasta raakamaidosta eristetyissä *S. aureus* -bakteereissa todettiin stafylokokki-enterotoksiineja 75 % vuohenmaitonäytteistä sekä 40 % lehmänmaitonäytteistä (Loncarevic ym. 2005). Eräässä toisessa norjalaisessa tutkimuksessa todettiin 22 % nautatiloilta otetuista ja 57 % vuohitiloilta otetuista raakamaitonäytteistä eristettyjen *S. aureus* -kantojen tuottavan enterotoksiineja (Jørgensen ym. 2005b). Tanskalaisessa tutkimuksessa puolestaan todettiin lehmän utaretulehdusnäytteistä (414 kpl) *S. aureus* -kantojen enterotoksiinien tuottoon tarvittava geeni vain yhdessä näytteessä (Larsen ym. 2000).

Yersinia

Y. pseudotuberculosis -bakteereita on eristetty naudan ja vuohen utaretuleh-

dusnäytteistä (Shwimmer ym. 2007). Lehmä voi erittää mikrobia maidossa ilman että maidossa havaittaisiin aistinvaraisia muutoksia. Utaretulehduksen aiheuttajana *Yersinia* on kuitenkin harvinainen, ja sen kykyä infektoida utare pidetään vähäisenä (Shwimmer ym. 2007).

Nautojen uloste on yksi mahdollinen raakamaitoa yersinioilla saastuttava lähde. Yersinioiden esiintymisestä suomalaisissa naudoissa ei ole paljon tutkimustietoa. Englantilaisessa tutkimuksessa eristettiin *Y. enterocolitica* -bakteereita 6,3 % naudan suolista, mutta ihmiselle sairautta aiheuttavia kantoja löytyi vain 0,2 % (McNally ym. 2004). *Y. pseudotuberculosis* -bakteeria on eristetty sekä terveiden että kliinisesti sairaiden lehmien ulosteesta (Shwimmer ym. 2007).

Raakamaito saastuu *Yersinia* -bakteereilla lypsyläintä todennäköisemmin muista lähteistä, esimerkiksi lehmien juottamiseen ja lypsylaitteiden pesuun käytetystä vedestä. Esimerkiksi suomalaisissa kaivovesissä on todettu patogeenisia *Y. enterocolitica*- ja *Y. pseudotuberculosis* -bakteereita (Hallanvuo 2009).

Suomalaisissa tutkimuksissa raakamaidosta ei ole pystytty eristämään patogeenisia *Y. enterocolitica* -bakteereita (Salonen ym. 2011, Hänninen ja Raevuori 1981). Patogeenista *Y. enterocolitica* -bakteeria on joissakin tutkimuksissa todettu raakamaidossa (Jayarao ym. 2006, Desmasures ym. 1997, Rea ym. 1992), mutta raakamaidon aiheuttamia *Yersinia*-ruokamyrkytyksiä on raportoitu todella harvoin eikä bakteereita ole epäillyissä tapauksissa saatu eristettyä maidosta. Mahdollinen syy vähäiseen yersinioiden toteamiseen on ollut tutkimusmenetelmä, joka ei ole ollut kovin tehokas nykyään käytössä olevaan PCR-menetelmään verrattuna (Fredriksson-Ahomaa ja Korkeala 2003).

7.3 Toiminta nautatiloilla

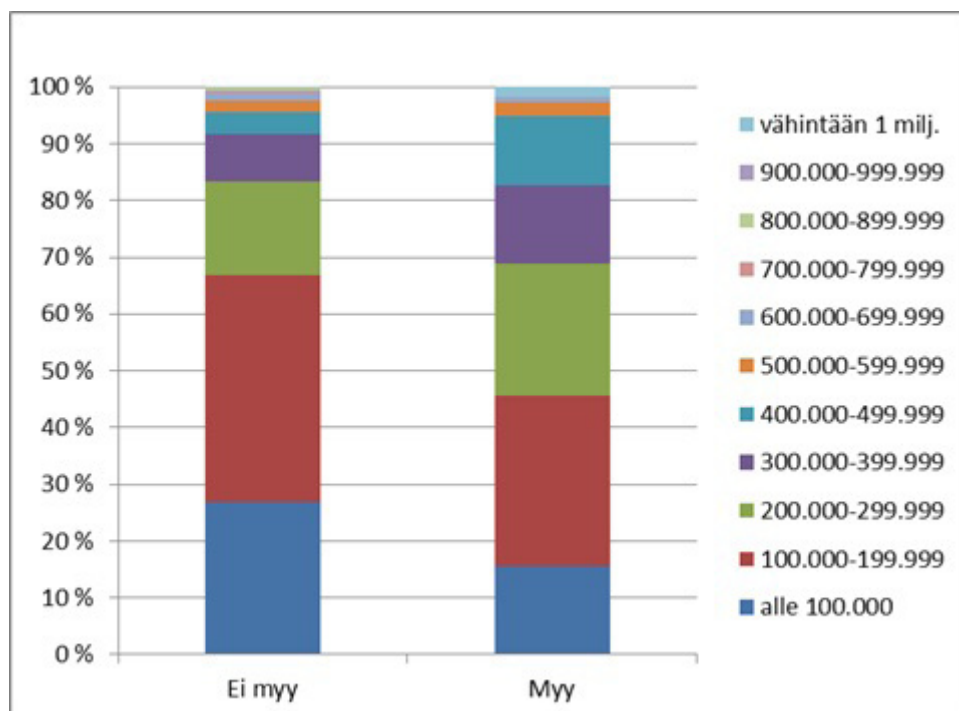
Hankkeessa tehtiin kyselytutkimus, jonka avulla haluttiin selvittää maidontuottajien menettelyitä suoramyyntissä. Kysely lähetettiin nautarekisteristä satunnaisesti valituille 2 097 maitotilalle. Kyselyyn vastasi 605 tilaa (29 %). Vastanneista tiloista 24 % (120 tilaa) ilmoitti myyvänsä raakamaitoa suoraan kuluttajalle; loput 76 % jätti vastaamatta kysymykseen. Myyntiä harjoittaneiden maitotiloista useiden vastaukset oli täytetty niin epätäydellisesti, ettei kyselytutkimuksen vastauksista voida tehdä varmuudella kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä.

Kaikki kyselyyn vastanneet tilat ilmoittivat toimittavansa maitoa meijeriin. Keskimäärin meijeriin toimitettiin noin 96 % tilalla tuotetusta maidosta. Kaikkien kyselyyn vastanneiden tilojen keskimääräinen vuosituotos oli noin 200 000 litraa. Suomessa oli kiintiökauden 2010/11 lopussa noin 10 450 maitotilaa, jotka tuottivat keskimäärin 210 000 litraa maitoa vuodessa, eli kyselyyn vastanneiden tilojen voitaneen

katsoa edustaneen melko hyvin keskimääräisiä suomalaista maitotiloja.

Niiltä tiloilta, jotka ilmoittivat myyvänsä raakamaitoa myös suoraan kuluttajille, toimitettiin meijeriin keskimäärin lähes 250 000 litraa vuodessa (39 000 - 1,2 milj. litraa vuodessa) ja jätettiin omaan käyttöön tai myytäväksi keskimäärin 4 300 litraa vuodessa. Kysymykseen vastaamatta jättäneiden (siis ilmeisesti niiden tilojen, jotka eivät myy maitoa suoraan kuluttajille) ilmoittama keskimääräinen vuosituotanto oli noin 200 000 litran vuosituotos (3 500 - 1 milj. litraa vuodessa).

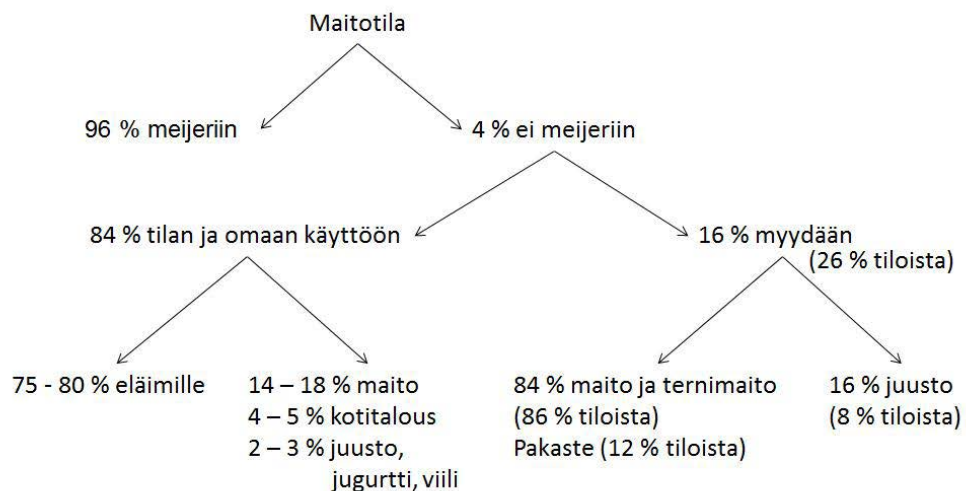
Suoramyyntiä harjoittavilla tiloilla vaikutti olevan hieman suurempi vuosituotos kuin niillä jotka eivät raakamaitoa myyneet (Kuva 7). Suoramyyntiä tekevien tilojen ryhmässä maitoa myytiin suoramyyntinä sitä enemmän, mitä suurempi tilan maidon kokonaisvuosituotos oli. Keskimäärin vastanneiden suoramyyjien raakamaidon vuosimyynti jäi alle 1 000 litran, joskin suurimmiksi myyntimääräksi ilmoitettiin useita kymmeniä tuhansia litroja vuodessa (30 000 l/v).



Kuva 7. Kyselyyn vastanneiden tilojen vuosituotannon jakautuminen tiloilla, jotka ilmoittivat myyvänsä ja tiloilla, jotka eivät ilmoittaneet myyvänsä raakamaitoa suoraan kuluttajille. Tulos perustuu maidontuotantotiloille kohdistettuun kyselyyn.

Valtaosa suoramyynnistä oli maitoa (Kuva 8). Osa tiloista (12 % kaikista kyselyyn vastanneista maitotiloista) myi kuluttajille myös ternimaitoa, josta alle puolet (40 %) myytiin pakastettuna. Maidosta valmistetut tuotteet, joita myytiin suoramyyntissä, olivat lähinnä juustoa (keskimäärin 15 % tuotetusta maidosta). Suurin osa (75 - 80 %) suoramyyntiä harjoittaville tiloille jäävästä maidosta juotettiin vasikoille ja muille

eläimille. Omaan kulutukseen käytettävästä maidosta juotiin sellaisenaan runsaat 70 %, kotitalouskäyttöön käytettiin runsaat 20 %, ja loput valmistettiin juustoksi, jogurtiksi ja viiliksi. Tilanne vastaa hyvin keskitasoisen, nykyaikaisen maitotilan toimintaa, jossa tilalle jätetystä maidosta vajaan 80 % juotetaan kotieläimille ja noin 20 % käytetään ruokataloudessa (Tike, Maito- ja maitotuotetilasto 2010).



Kuva 8. Tuotetun maidon käyttö raakamaitoa kuluttajille toimittavilla maitotiloilla projektissa tehdyn kyselytutkimuksen perusteella.

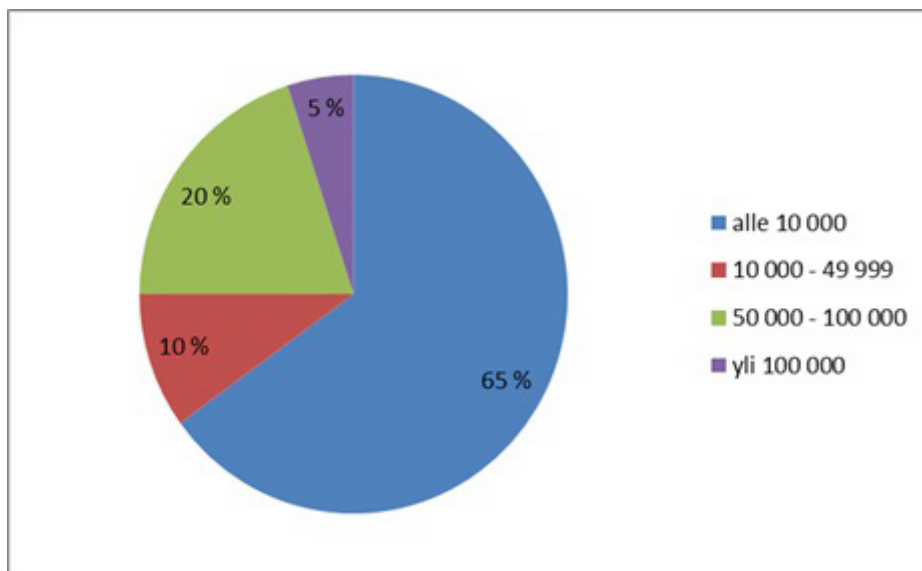
Seurantaa tehtiin kattavammin ja tiheämmin tiloilla, jotka myivät raakamaitoa kuluttajille kuin niillä, jotka myivät sitä vain meijeriin. Seuranta kohdistui kuitenkin ensisijaisesti laadullisiin tekijöihin. Meijereissä tehtävien testien lisäksi 90 % raakamaitoa myyvistä tiloista ilmoitti seuraavansa maidon laatua aistinvaraisesti joko haistelemalla, maistelemalla tai käyttämällä samaa maitoa omassa taloudessaan. Solupitoisuutta seurasi kaksi kolmesta suoramyyntitilasta. Joillakin tiloilla tes-

ti tehtiin tankkimaidosta eikä yksilökohtaisesti lypsylehmistä. Säännöllisen seurannan lisäksi solupitoisuutta testattiin "tarvittaessa" eli useimmiten poikimisen ja utaretulehdusten tai utaretulehdusepäilysten yhteydessä. Oletettavasti lähes jokainen maitotila tekee antibioottijäämiä osoittavan testin hoitojen jälkeen. Viidesosalla raakamaitoa kuluttajille myyvistä tiloista tehtiin myös salmonellatutkimuksia vähintään kerran vuodessa ja joillakin niiden lisäksi listeriatutkimuksia (2 %).

7.4 Toiminta vuohitiloilla

Myös suomalaisten vuohenmaitoa tuottavien tilojen menettelyistä haluttiin tietoa. Sen vuoksi nautatiloille lähetetty kysely lähetettiin myös 126 vuohitilalle, joista vastasi 34 tilaa (27 %). Vastausprosentti toiminnassa olevilta ja maitoa tuottavilta vuohitiloilta oli kuitenkin vain 13,5 %. Vastanneiden määrä oli liian pieni johtopäätösten tekemiseksi, mutta seuraavassa esitetään kuitenkin joitakin vastauksiin perustuvia tunnuslukuja.

Kyselyyn vastanneista vuohitiloista 55 % (11 kpl) ilmoitti toimittavansa maitoa meijeriin. Kaikki suoraan kuluttajille myyvät tilat (9 kpl, 45 %) ilmoittivat toimittavansa maitoa myös meijeriin. Keskimäärin tilat tuottivat 27 000 litraa maitoa vuodessa (360 - 145 000 litraa vuodessa) (Kuva 9). Vuohenmaitoa suoraan kuluttajille myyvien tilojen maidon keskimääräinen vuosituotanto oli hieman suurempi kuin niiden tilojen, jotka eivät myyneet maitoa suoraan kuluttajille, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.



Kuva 9. Kyselyyn vastanneiden vuohitilojen vuosituotanto.

Vastanneet tilat myivät tuotetusta maidosta suoraan kuluttajille noin 10 % ja omaan käyttöön jätettiin noin 5 %, loput toimitettiin meijeriin. Kaksi kolmesta (4/6) vastanneesta ilmoitti säilyttävänsä itselle tai suoramyyntiin tarkoitettua maitoa jääkaapissa, kolmasosa (2/6) ilmoitti pakastavansa sen; viisi vastaajaa ilmoitti lämpökäsittävänsä maidon ennen käyttöä tai myyntiä.

Vastausten mukaan suomalaisilla vuohitiloilla tuotetusta maidosta valmistettiin juustoa noin 13 % tuotetusta maidosta, josta myytiin suoraan yli 12 % ja käytettiin itse vajaan 1 %. Myytävistä tuotteista yleisin oli tuorejuusto. Tiloilta myydään myös mm. valmiiksi juoksetettua vuohenmaitoa. Tilat käyttävät tuottamastaan vuohenmaidosta eläinten ravinnoksi noin 2 %.

Laadunvarmistusta koskeviin kysymyksiin tuli vastaus 24 vuohitilalta. Niistä 13 (54 %) ilmoitti useamman kuin yhden maidon laadun seurantaan liittyvän menettelyn. Yleisimmin maidon laatua ilmoitettiin seurattavan aistinvaraisesti (58 %), seuraavaksi yleisintä oli ilmoittaa laadunvarmistajaksi meijeri (29 %). Ajan ja lämpötilan seuranta ilmoitti tekävänsä 21 % ja 13 % tiloista. Solujen seuranta ja alkusuihkeita ilmoitti seuraavansa kaksi tuottajaa (8 %). Laboratorion ilmoitettiin varmistavan laadun 17 %:lla vastaukseen vastanneista tiloista; vastauksista ei tosin käynyt ilmi, onko kysymyksessä meijerin tai muun vastaavan toimijan tuottajilleen teettämät laboratoriotestit vai tuottajien oma-toiminen laadunseuranta. Viisi tilaa ei ilmoittanut yhtään laadun varmistamiseen tähtäävää menettelyä.

Salmonellatutkimuksia ilmoitettiin tehtävän 25 %:lla tiloista, yleisimmin tutkimustiheys oli kerran tai kaksi kertaa vuodessa. Solupitoisuuden ilmoitti tutkivansa tai tutkituttavansa joka kolmas tila; vajaa viidennes ilmoitti testaavansa solupitoisuuden vähintään viikoittain. Kolme neljästä kysymykseen vastanneesta tilasta ilmoitti testaavansa

maidon antibioottijäämät säännöllisesti kerran viikossa – kaksi kertaa kuukaudessa; neljännes tiloista ilmoitti testaavansa tuotettua maitoa antibioottien varalta ”tarvittaessa” eli oletettavasti lääkehoitojen jälkeen.

7.5 Raakamaidon mikrobi-seuranta maitoalan laitoksissa

Maitoalan laitosten lakisääteinen raakainemaidon mikrobiologinen seuranta on kuvattu luvussa 2. Mikrobikriteeriasetus (EY) N:o 2073/2005 edellyttää seuraamaan määriteltujen mikrobien esiintyvyyttä ja pitoisuutta sekä tiettyjen tuotteiden prosessin aikana että lopputuotteissa, ei niinkään raaka-aineissa.

Projektin aikana, kesällä 2011 tehtiin kysely maidon seurannan käytännöstä myös maitoalan laitoksille. Kyselyyn vastasi 76 laitoksesta 33 (43 %). Vastanneista 14 (42 %) oli ”teolliseksi” luokiteltavia meijereitä, loput 19 (58 %) luokiteltiin pienimuotoisiksi, maatilayhteydessä toimiviksi tai sen kaltaisiksi laitoksiksi. ”Teollisten laitosten” tuotannon keskiarvo oli noin 9 miljoonaa litraa vuodessa (900 000 – yli 300 milj. litraa vuodessa), ja puolet niistä tuotti yli 4,8 milj. litraa vuodessa.

Pienten laitosten maidonkäyttö oli keskimäärin 270 000 litraa vuosittain (1000 litrasta lähes 2 milj. litraan vuodessa). Lähes puolet (47 %) niistä käytti raaka-aineenaan joko oman karjan tai lähinaapurissa sijaitsevien karjojen maitoa, runsas kolmasosa hankki raaka-ainemaitonsa meijereistä (35 %) tai hankintaosuuskunnilta (6 %). Osa vastanneista (12 %) ei ilmoittanut raakainemaidon hankintapaikkaa.

Kaikki kyselyyn vastanneet laitokset ilmoittivat seuraavansa raakamaidon laatua aistinvaraisesti ja tekemällä antibioottitestejä. Yli puolet (53 %) suurista laitoksista ilmoitti seuraavansa raaka-

maidon mikrobiologista laatua testamalla niistä kokonaismikrobimäärän, koliformiset bakteerit ja klostridit, 7 % ilmoitti testaavansa kokonaismikrobimäärän, ja 40 % vastanneista ei ilmoittanut mikrobeihin liittyviä laadunvarmistusmenettelyitä.

Pienistä laitoksista 18 % ilmoitti seuraavansa raakamaidon laatua teettämällä laboratoriotestejä kokonaismikrobimäärän, koliformisten bakteerien ja klostridien määrittämiseksi. Rungas kolmannes (35 %) pienistä laitoksista tukeutui ainoastaan meijereiden tekemään testaukseen perustellen asiaa sillä, että laitoksessa käytettävää maitoa lähetetään myös meijeriin. Vajaa viidesosa (18 %) pienistä laitoksista ilmoitti tekevänsä tai teettävänsä erityistä raakamaitoon liittyvää seurantaa, kuten tiheää lämpötilamittausta tai solupitoisuuden seuraamista. Lähes kolmasosa (29 %) pienistä laitoksista ei vastannut seurantaa koskevaan kysymykseen lainkaan.

7.6 Toimijoiden näkökulma

Tuottajien näkökulma

Raakamaitoa kuluttajille myyvien tuottajien kanssa järjestettiin keskustelutilaisuus yhdessä raakamaidon vähittäismyyntiä harjoittavien kanssa. Tuottajia edustaneet asiantuntijat tulivat raakamaidon myyntimäärässä mitaten suhteellisen suurilta tiloilta (2 500 - 50 000 litran vuosimyynti), joilla oli pitkäaikainen kokemus raakamaidon suoramyyntistä (jopa 20–30 vuotta). Heistä useimmat eivät kuitenkaan pitäneet raakamaidon suoramyyntiä tilalle kovin merkittävänä tulonlähteenä, joskin keskustelutilaisuudessa esitettiin toisenlaisiakin mielipiteitä.

Asiantuntijoina haastatellut tuottajat pitivät tärkeänä suunnitelmallista toimintaa maituhuoneessa ja myyntitilanteessa. Heidän mielestään pitäisi kiinnittää huomiota erityisesti lämpötilojen seu-

rantaan. Jokainen tuottaja toi esiin vastuullisia mielipiteitä ja hyväksyi nykyiset säädökset ja käytännöt. Sopivana myyntiaikana tilalta kuluttajille myytävälle raakamaidolle pidettiin enintään kahta vuorokautta ja sopivana säilytyslämpötilana (tilatankissa tai säilytyskaapissa) korkeintaan 3 °C, mitkä ovat sopusoinnussa meijeriin toimitettavalle maidolle asetettujen vaatimusten kanssa. Sen sijaan tuottajan kuluttajalle antamat säilytys- ja käyttöohjeet saattavat poiketa huomattavasti toisistaan.

Maitotiloille tehdyn kyselytutkimuksen tuloksia ('Toiminta kyselyyn vastanneilla nautatiloilla') tarkasteltaessa ryhmä piti kiistanalaisena tulosta, jonka mukaan kaikilla maitotiloilla ei testattaisi maidon antibioottijäämiä joka kerta antibioottihoitojen jälkeen. Meijeriin toimitettavalle antibiootteja sisältävälle maidolle asetettuja sanktioita pidettiin niin kovina, etteivät maidontuottajat antaudu vaaraan joutua korvaamaan niistä aiheutuneita kuluja. Ryhmän mielestä kaikilla maitotiloilla tehdään antibioottitestit "hoitojen jälkeen" ja solutestikin vähintään "tarvittaessa" tai "epäiltäessä utaretulehdusta".

Maidontuottajia edustavan ryhmän mielestä raakamaidon myynnille ei pitäisi edellyttää laitoshyväksyntää, ellei tilalla pakata maitoa, vaan elintarvikehuoneistoksi hyväksymisen tulisi riittää. Laitoshyväksyntää vastustettiin siitä useille tiloille aiheutuvien rakennuskustannusten suuruuden vuoksi.

Tuottajaryhmä oli sitä mieltä, että tilalta, jolta raakamaitoa menee myyntiin, pitäisi edellyttää ns. E-luokan maitoa (bakteerien geometrinen keskiarvo alle 50 000/ml ja solujen keskiarvo alle 250 000/ml). Ryhmän tietoon oli tullut, että MMM suunnittelee listeria-, EHEC-, salmonella- ja kampylobakteeriseurantaa raakamaitoa myyvillä tiloilla. Bakteriologista seurantaa ei sinänsä vastustettu, mutta toivottiin, että näytteet otettaisiin tankkiin lypsetystä maidosta eikä eläimistä (ulosteesta).

Osa ryhmän jäsenistä oli sitä mieltä, että 2 500 litran vuosimyyntirajoitusta pitäisi nostaa 10 000 litraan, osan mielestä koko rajoitus olisi poistettava ja raakamaitoa olisi voitava myydä tiloilta vapaasti suoraan kuluttajille.

Kuluttajille aiheutuvaa riskiä pidettiin pienenä, jos toiminta on suunnitelmallista, lypsyhygieniä hyvä, maidon säilytyslämpötilat ja -ajat ovat hallinnassa eikä maitoa jatkojalosteta tai kuljeteta muualle myytäväksi. Kuluttajariskin katsottiin lisääntyvän, jos maitoa pakataan tai jatkojalostetaan tilalla tai kuljetetaan myytäväksi vähittäismyyntiin. Pienten tilojen epäammattimaisempaa suoramyymintätoimintaa pidettiin kohtalaisena riskinä kuluttajan terveydelle.

Vähittäismyyntin näkökulma

Raakamaidon ja raakamaitotuotteiden välitystä ja vähittäismyyntiä harjoittavien yritysten edustajat osallistuivat samaan keskustelutilaisuuteen tuottajien kanssa. Heidän kokemuksensa perusteella raakamaidon menekki olisi huomattavasti nykyistä suurempi, jos saatavuus olisi parempi. Vähittäismyyntiportaan edustajat halusivatkin korostaa erityisesti raakamaidon kulutukseen liitettyjen terveyttä edistävien tekijöiden lisäksi kuluttajien toiveiden kuulemista uusia säädöksiä valmisteltaessa.

Raakamaitoa itse suoraan tilalta myyvät tuottajat eivät välttämättä ole samoja kuin ne, jotka toimittavat maitoa vähittäismyyntiin, koska vähittäismyyntissä oleva maito on hankittava maitoalan laitokseksi hyväksytystä yrityksestä. Laitosvaatimuksen seurauksena vähittäismyyntiä harjoittavalla yrityksellä on vahva luottamus siihen, että myytävän tuotteen – tässä tapauksessa raakamaidon – elintarviketurvallisuudesta on huolehdittu kattavasti elintarvikeketjun aikaisemmissa vaiheissa. Siten myyntiportaassa raakamaidon laatua seurataan omavalvontaan liittyvien myyntiaikojen ja -lämpötilojen osalta, eikä

tuotteista tehdä esim. mikrobiologisia testejä, myyntiajan määrittämiseen tärkeitä tutkimuksia eikä rasisuskokeita. Vähittäismyyntiin raakamaitoa toimittavien laitosten seurannan taso ja kattavuus riippuvat säädösten lisäksi paitsi niiden omavalvonnasta ja valvovan viranomaisen asettamista vaatimuksista myös vastaanottavan vähittäismyyjän kanssa sovitusta ehdoista. Siten kuluttajille raakamaitoa myyvä kauppias voi edellyttää sekä laadullisten että mikrobiologisten kriteerien täyttyvän välittämässään tuotteessa.

Myyntiajat ja säilytysolosuhteet määrittää itse tai yhdessä myyjän kanssa, minkä seurauksena ostajalle annettu informaatio saattaa poiketa sekä myyjien kesken että verrattuna tiloilta kuluttajille annettuihin ohjeisiin.

Raakamaidon vähittäismyyntiä harjoittavien yritysten henkilökunta toimii tärkeänä tiedonlähteenä kuluttajille. Vähittäismyyntiä edustaneet henkilöt olivat hyvin selvillä raakamaitoon liittyvistä terveyttä edistävistä ominaisuuksista. He pitivät raakamaidon kuluttajille aiheutuvaa terveysriskiä vähäisenä.

7.7 Kuluttajan käyttäytyminen

Kuluttajakyselystä

Koska käytössä ei ollut tietoja raakamaitoa käyttävien kuluttajien osto- ja käyttötavoista, projektissa tehtiin suppea kuluttajakysely raakamaitoa käyttäville kuluttajille. Kysely toteutettiin kesä-elokuussa 2011 lähettämällä kyselylomakkeita Helsingin, Turun ja Tampereen alueen raakamaitoa ja raakamaitotuotteita myyviin yrityksiin ja tiloille (17 kpl), sekä laittamalla kysely myös Eviran internet-sivuille. Lisäksi yksi yritys laittoi kyselyn Facebook -sivulleen. Kyselyyn vastasi 269 henkilöä/taloutta (vastauksista päätellen 1 % talouksista palautti kaksi täytettyä lomaketta).

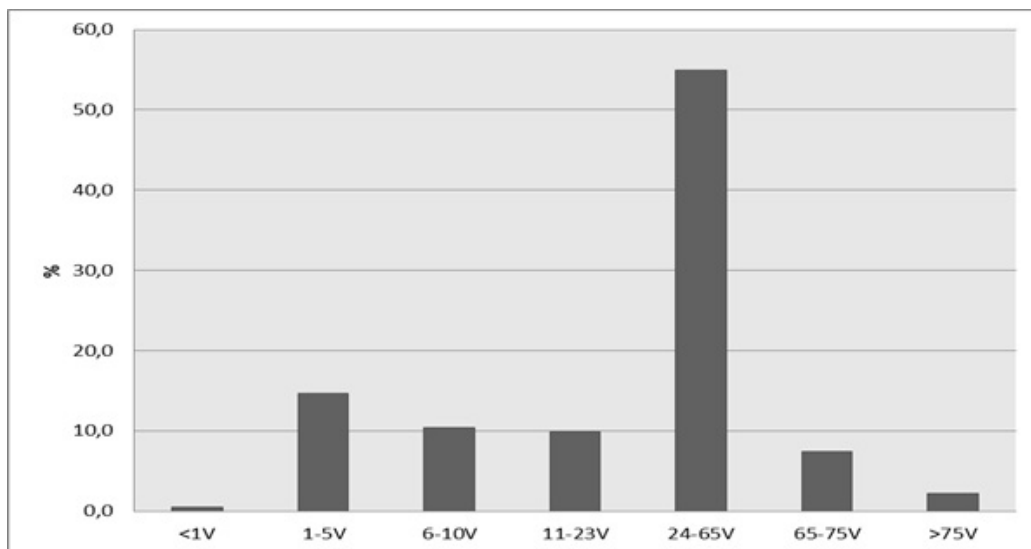
Kyselyn vastaukset käsiteltiin ns. worst case eli pahin tapaus -menetelmällä, eli esimerkiksi jos vastauksessa säilytyslämpötilaksi oli ilmoitettu 3–4 °C, tilastokäsittelyssä käytettiin korkeampaa säilytyslämpötilaa 4 °C, samoin jos säilytysajaksi on ilmoitettu 4 - 5 vrk, tulosten käsittelyssä on käytetty ilmoitettua pidempää säilytysaikaa eli 5 vrk. Jos säilytysajaksi ilmoitettiin 'useita päiviä', säilytysajaksi merkittiin 7vrk. 'Useita viikkoja' kestävä säilytysaika käsiteltiin 21 vrk:na. Jos vastaaja oli maininnut säilytyslämpötilaksi jääkaappilämpötilan, lämpötilaksi merkittiin koko aineistosta laskettu jääkaappisäilytyksen keskilämpötila 6 °C. 'Huoneenlämpötilana' käytettiin 20 °C. Worst case -menettelyä käytettiin myös raakamaidon hankintaan liittyvien vastausten käsittelyssä.

Koska kuluttajakyselylomakkeita jaettiin raakamaitoa ammattimaisesti myyvisissä yrityksissä, kohderyhmä ei vastanne kaikkia suomalaisia raakamaidon käyttäjiä. Käyttäjien luokittelussa ikäryhmiin on epätarkkuutta, koska osa 65-vuotiaista luokiteltiin lomakkeessa olevan virheen vuoksi ikäryhmään 25–65-vuotiaat ja loput 65-vuotiaista ikäryhmään 65–75-vuotiaat.

Raakamaidon ja raakamaitotuotteiden käyttö kotitalouksissa

Vastausten perusteella raakamaidon ja raakamaitotuotteiden käyttäjiä on kaikissa ikäryhmissä. Suurimmaksi käyttäjäryhmäksi tunnistettiin vastausten perusteella ikäryhmä 24–65-vuotiaat (55 %). Vajaat 15 % käyttäjistä oli pikkulapsia (ikäryhmä 1–5-vuotiaat), ja 10 % oli esi-koulu- ja ala-asteikäisiä (ikäryhmä 6–10-vuotiaat). Käyttäjissä oli hieman enemmän miehiä (52 %) kuin naisia (48 %). Kuvassa 10 on esitetty raakamaitoa ja raakamaitotuotteita käyttävien kuluttajien ikäjakauma.

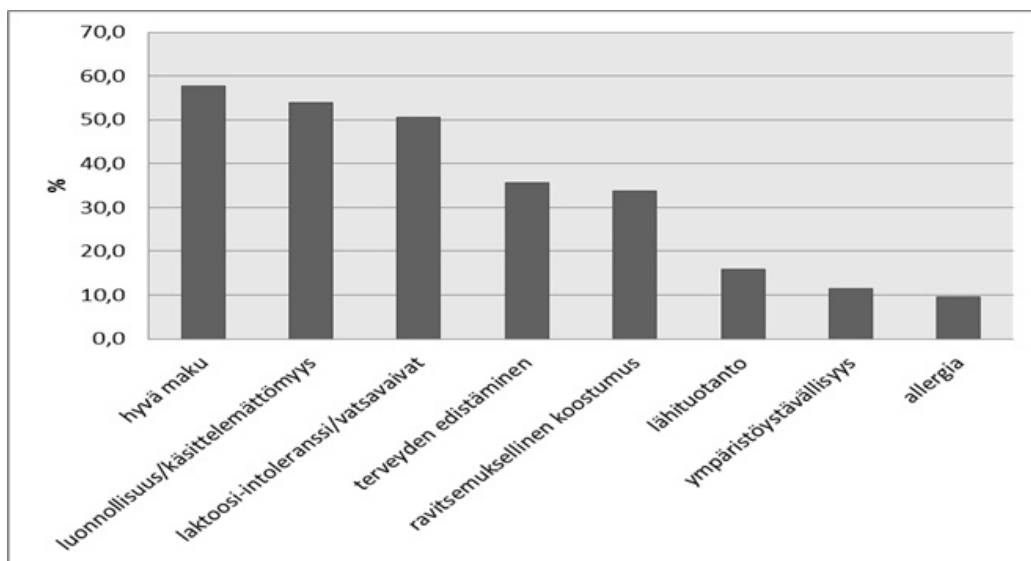
Raakamaidon ja raakamaitotuotteiden käyttäjien joukossa oli myös sairauksille muita herkemmin altistuvia eli ns. riskiryhmiin kuuluvia kuluttajia. Sellaisina pidetään yleensä pienten lasten ja vanhusien lisäksi raskaana olevia naisia ja vakavia, vastustuskykyä alentavia perussairauksia sairastavia henkilöitä. Kyselyyn tulleiden vastausten mukaan käyttäjistä oli raskaana olevia käyttäjiä 3 %, syöpää sairastavia puoli prosenttia ja nivelreumaa potevia yksi prosentti.



Kuva 10. Raakamaidon ja raakamaitotuotteiden käyttäjien ikäjakauma prosentteina kokonaiskäyttäjämäärästä (n = 786). Kuvassa käytetyt koodit: <1V = alle 1-vuotiaat, 1–5V = 1–5-vuotiaat, 6–10V = 6–10-vuotiaat, 11–23V = 11–23-vuotiaat, 24–65 V = 24–65-vuotiaat, 65–75V = 65–75-vuotiaat, >75V = yli 75-vuotiaat.

Kuluttajakyselyssä pyydettiin vastaajia kertomaan vapaamuotoisesti, miksi he käyttävät raakamaitoa ja raakamaitotuotteita. Vastauksista nousi yleisimpiä esiin seuraavat käytön syyt: laktoosi-intoleranssi ja erilaiset vatsavaivat, allergiat/atopia/ihottuma, yleinen ter-

veyden edistäminen, raakamaidon ravintoaineiden ja hyödyllisten bakteerien korkea pitoisuus, raakamaidon luonnollisuus, raakamaidon hyvä maku, lähituotannon tukeminen sekä raakamaidon käytön ympäristöystävällisyys (Kuva 11).



Kuva 11. Raakamaidon ja raakamaitotuotteiden käytön syyt kuluttajakyselyn mukaan. Tulos perustuu 263 taloudesta/kuluttajalta saatuu vastaukseen.

Useimmat vastaajat (n. 60 %) mainitsivat raakamaidon käytön syyksi sen hyvän maun. Monet heistä eivät pitäneet pastöroidun maidon mausta ja olivat sitä mieltä, että pastöroitua maitoa kuvaisi paremmin termi ”maidon kaltainen valmiste”.

Yli puolet vastaajista (54 %) ilmoitti haluavansa käyttää mahdollisimman luonnollista ja käsittelemätöntä maitoa. Pidettiin järjettömänä ensin tuhota pastöroinnilla maidon luonnolliset maitohappobakteerit ja vitamiinit ja sitten lisätä niitä keinotekoisesti jälkikäteen.

Laktoosi-intoleranssi ja erilaiset vatsavaivat olivat raakamaidon käytön syynä puolella (51 %) vastanneista. Useilla vastaajilla tai heidän perheenjäsenillään oli laktoosi-intoleranssi, minkä vuoksi homogenoidut ja pastöroidut maidot eivät soveltuneet heille, kun taas raakamaito ei ollut aiheuttanut laktoosi-intoleranssiin liitettyjä oireita eli vatsavaivoja, turvotusta ja ilmavaivoja. Erilaiset terveyteen liittyvät käytön syyt kävivät ilmi useissa muissakin vastauksissa (36 %). Raakamaidon nauttimisen seurauksena koettiin mm. olo yleisesti terveemmäksi ja vireämmäksi, minkä lisäksi lapsilla oli todettu vähemmän flunssia ja korvatulehduksia. Raakamaitoa käytettiin myös koska sen koettiin parantavan erilaisia allergioita, kuten atopioita ja iho-ongelmia (10 %).

Kolmasosa (31 %) vastasi käyttävänsä raakamaitoa ravitsemuksellisista syistä sen hyvän ravintokoostumuksen (esim. rasvan laatu, aminohapot erityisesti lyysiini, energiapitoisuus, vitamiinit, hiivenaineet) vuoksi. Heidän mielestään maidon pastörointi ja homogenointi alentavat merkittävästi maidon ravitsemuksellista laatua samalla kun pastöroinnilla tuhotaan hyödyllisiä mikrobeja ja entsyymejä. Vastaajien mielestä olisi järkevämpää nauttia probiootit edullisesti suoraan raakamaidosta, eikä ostaa niitä tabletteina apteekista tai kaupasta teollisesti pitkälle prosessoituina tuotteina.

Yhtenä syynä raakamaidon käyttöön oli lähituotannon tukeminen (16 % vastanneista). Lähellä sijaitsevien pientilojen toimintaa haluttiin tukea, minkä lisäksi lähiruokaa pidettiin myös puhtaampana. Raakamaidon käyttöä pidettiin myös ympäristötekona (11 % vastanneista). Ympäristöystävällisyys muodostui vastaajien mielestä mm. luomutuotannosta, prosessoinnin vähyydestä ja siitä, ettei synny niin paljon pakkausjätettä, kun kuluttaja voi käyttää samaa maitopulloa useamman kerran.

Edellä mainittujen syiden lisäksi mainittiin myös tilamaidon hakemiseen liittyvät elämykselliset seikat. Pidettiin tärkeänä nähdä ja erityisesti näyttää omille lapsille maitoa tuottaneet eläimet ja niiden elinympäristö.

Useissa vastauksissa mainittiin myös, että kuluttajalla pitää olla oikeus valita mitä syövät ilman viranomaisen ”kuluttajaa aliarvioivaa, holhoavaa asennetta”. Samalla haluttiin vähentää teollisten meijereiden valtaa.

Valtaosa (90 %) vastaajien kuluttamasta raakamaidosta oli lehmänmaitoa. Vajaa prosentti ilmoitti käyttävänsä ainoastaan vuohenmaitoa, loput vastaajat ilmoittivat käyttävänsä lehmänmaidon ohella vuohen- ja lampaanmaitoa. Käytetystä raakamaidon määrästä lehmänmaidon osuus oli 97 % ja vuohenmaidon osuus 3 %. Lisäksi 0,1 % käytetystä raakamaidosta ilmoitettiin olevan lampaanmaitoa, mutta koska sen käyttöä ei kysytty vaan osa vastaajista ilmoitti käytöstä oma-aloitteisesti, ei voida arvioida kuinka monessa kyselyyn osallistuneessa taloudessa lampaan raakamaitoa oikeasti käytettiin.

Kuluttajat hankkivat raakamaitoa juodakseen sen sellaisenaan (58 %) tai kahvin tai teen joukossa (12 %). Vajaa 2 % ilmoitti kuumennuskäsittelevänsä maidon itse ennen sen nauttimista. Suurin piirtein sama määrä vastaajia ilmoitti käyttävänsä raakamaitoa tuo-

rejuustoihin ja hapanmaitotuotteisiin (kuten viiliä ja jogurtia) (11 %) kuin kypsennettäviin ruokiin (9 %). Raakamaitoa käytettiin vähemmässä määrin leivonnaisiin ja jälkiruokiin (4 %) tai muihin tuotteisiin (mm. pirtelöihin, smoothie- ja kaakaojuomiin sekä jäätelöihin) (3 %).

Noin kaksi kolmasosaa (noin 67 %) kyselyyn vastanneista ilmoitti hankkivansa raakamaitoa suoraan tilalta tai tilamyymälästä. Seuraavaksi suosituimmat hankintapaikat olivat kauppahalli (13 %) ja muu vähittäismyymälä (8 %). Vastajista 11 % hankki raakamaitoa sekä suoraan tilalta että vähittäismyyntistä. Yksi vastaaja ilmoitti tilaavansa raakamaitoa internetin kautta (toimitettava raakamaito oli peräisin laitosluvan omaavilta tiloilta).

Vastausten perusteella eniten raakamaitoa kuukausittain ostivat ne kuluttajat, jotka ostivat sitä joko internetin kautta tai suoraan tilalta/tilamyymälästä. Kaikkien kysymykseen vastanneiden (267 taloutta/kuluttajaa) kerralla hankkiman raakamaidon määrä oli keskimäärin 6 litraa (1 - 30 litraa).

Kyselyyn vastanneet raakamaidon käyttäjät ilmoittivat säilyttävänsä raakamaitoa kotona keskimäärin 5 vuorokautta (0 - 14 vrk) 6 °C:n lämpötilassa (1 - 10 °C). Vastanneista 267 taloudesta yli puolet (57 %) ilmoitti säilyttävänsä maitoa 6 °C:ssa (35 %) tai sitä lämpimämmässä (22 %). Kuluttajien itsensä raakamaidosta valmistamia tuotteita, kuten viiliä, jogurtia ja tuorejuustoa, ilmoitettiin säilytettävän keskimäärin 6 °C:ssa (Taulukko 9).

Taulukko 8. Raakamaidon ja siitä valmistettujen tuotteiden kyselytutkimuksen mukaiset säilytysajat ja -lämpötilat kotona.

| | Säilytysaika (vrk) | | | | Säilytyslämpötila (°C) | | | |
|-------------|--------------------|--------|-----------------|-----|------------------------|--------|--------------|-----|
| | keskiarvo | minimi | maksimi | N | keskiarvo | minimi | maksimi | N |
| Maito | 5 | 0 | 14 | 267 | 6 | 1 | 10 | 267 |
| Viili | 5 | 1 | useita viikkoja | 54 | 6 | 2 | huoneenlämpö | 53 |
| Jogurtti | 5 | 2 | 14 | 19 | 6 | 3 | 8 | 20 |
| Tuorejuusto | 4 | 3 | 7 | 9 | 6 | 5 | 6 | 7 |

8 Raakamaidon biologiset riskit ja niiden hallinta

Raakamaidon käyttö on vielä nykyisellään vähäistä ja tilastojen mukaan vähentynyt jatkuvasti. Toisaalta kulutuksesta, kuluttajamääristä tai käyttö-tarkoituksesta ei ole koko Suomen kattavaa tietoa. Selvitystä varten tehty kuluttajakysely kohdistui ammattimaisesti raakamaitoa myyvien yritysten asiakkaisiin, minkä vuoksi tuloksia ei voida pitää kattavana poikkileikkauksena suomalaisten raakamaidon käytöstä. Sen sijaan tulokset kuvastanevat melko uutta, ehkä aikaisempaa kaupunkilaistuneemmaksi miellettyä raakamaidon kuluttajajoukkoa. Siitä suurimmat käyttäjäryhmät ovat terveydellisiä tai ympäristöarvoja tiedostavia kuluttajia, joiden määrä saattaa kasvaa. Maaseudulla perinteisempi pienten määrien luovuttaminen tai myynti tuottajalta lähipiiriin kuuluville kuluttajille tuli esiin vain sivulöydöksenä tiloille tehdyistä kyselyistä.

Haastatellut raakamaitoa ammattimaisesti myyvät pitivät oman myyntinsä lisääntymistä itsestään selvänä, joskin olettivat kasvun taittuvan lähivuosina maltillisemmaksi. Joillakin myynnin vuosikasvu oli nimittäin jopa kaksinkertaistunut useita vuosia peräkkäin. Raakamaitoa myyvien mukaan tuotetta menisi paikoitellen kaupaksi niin paljon kuin sitä olisi myydyä.

Sekä lehmän- että vuohenmaitoa tuottavien tilojen raakamaito toimitetaan ensisijaisesti meijereihin ja vain vähäinen osa siitä jätetään tilalle ja myydään

sieltä edelleen suoraan kuluttajille. Kyselytutkimukseen vastanneet tilat toimittivat suoraan kuluttajille enemmän lehmänmaitoa kuin lehmänmaitotuotteita, kun taas vuohenmaitotuotteita (vuohenjuustoa) myytiin enemmän kuin vuohenmaitoa. Tilalle jäävästä lehmänmaidosta käytettiin eläimille lähes 80 %, kun vuohenmaitoa meni eläimille vain noin 2 %. Raakamaidon käsittely (jatkojalostus, juoksettaminen, pakastaminen, lämpökäsittely) oli vastauksen perusteella yleisempää vuohi- kuin nautatiloilla. Maidon suuret myyntimäärät olivat keskittyneet tietyille maitotiloille: kiintiökaudella 2009/2010 oli yli 2 500 kg vuodessa suoraan kuluttajalle myyviä lehmänmaitotiloja noin 20 % mutta yli 10 000 kg myyviä vain 7 % suoramyyntitiloista.

Projektissa saatujen tietojen ja asiantuntijoiden päättelyiden perusteella raakamaidon suurimmat biologiset elintarviketurvallisuusriskit ja mahdollisesti säännöllistä seurantaa tarvitsevat mikrobit Suomessa ovat *L. monocytogenes*, EHEC, lämpökestoiset kampylobakteerit ja salmonella. Näitä kaikkia mikrobeja on todettu suomalaisissa eläimissä, ihmisissä ja navettaympäristössä, minkä lisäksi ne saattavat aiheuttaa vakavia sairauksia ja jälkitauteja. Myös *S. aureus* -bakteereiden ja patogeenisten yersinioiden esiintyvyyttä saattaisi olla tarpeen seurata. Näiden lisäksi usean muunkin mikrobin esiintyminen on mahdollista suomalaisessa raakamaidossa, joskaan

sitä ei pidetä yhtä todennäköisenä. Helsingin yliopiston Elintarvikehygienian ja ympäristöterveyden osaston tekemän pilottitutkimuksen mukaan myös muita uloste- ja ihoperäisiä bakteereita todetaan raakamaidosta, mikä voi saattaa olla merkinä lypsyhygienian pettämisestä (Pulkinen ym. 2011). Utareiden puhtaus ja hyvin toimiva maitolaitteiston pesujärjestelmä ovat ratkaisevan tärkeitä tuotetun maidon hygieeniselle laadulle (Elmoslemany 2009a).

Raakamaidon kuluttajat voivat vähentää omalla käyttäytymisellään raakamaidon aiheuttamaa riskiä. Eviran valvontaosasto on suositellut, että raakamaidon ostaja pyrkisi kuljettamaan raakamaito-ostoksensa alle 6 °C:n lämpötilassa eikä maitoa säilytettäisi huoneenlämmössä kahta tuntia pidempään (Eira 2011). Kuluttajan vastuulla on myös maidon kuljetus- ja säilytysastian soveltuvuus. Astian tulee olla tiivis, valmistettu elintarvikekelvosta materiaalista, helposti puhdistettavissa, ja se on myös pidettävä puhtaana. Lisäksi muistutetaan, etteivät vaaditukseen lämpötilat kykene täysin estämään bakteerien kasvua. Eviran valvontaosasto kehottaa lisäksi tutustumaan maitotilaan ja tekemään johtopäätöksiä sen siisteydestä ja rakennusten kunnosta sekä tiedustelemaan tilalla tuotetun maidon laatutasoa.

Koska hyvälaatuisessakin (E-tason) maidossa voi olla taudinaiheuttajia, tulisi raakamaitoa tarjoillessa pitää huoli siitä, että raakamaitoa nauttivat tietävät juovansa raakamaitoa. Myös riskiryhmiin kuuluvien kuluttajien, pikkulasten, vanhusten, raskaana olevien ja vastustuskykyä alentavaa sairautta sairastavien olisi hyvä välttää kuumentamattoman raakamaidon käyttöä. Päätöksen raakamaidon nauttimisesta pitää aina olla sillä, joka maitoa juo.

Joidenkin tutkimusten mukaan kokonaispesäkelukua pidetään hyvänä indikaattorina osoittamaan yleistä, maidon

laatuun vaikuttavaa tuotantohygienian tasoa (Elmoslemany 2009b). Kesän 2011 kartoituksesta käytössämme olleiden, Helsingin yliopiston Elintarvikehygienian ja ympäristöterveyden osastolla tehtyjen laboratoriotulosten perusteella vaikuttaa siltä, etteivät yleisesti indikaattoreina käytetyt kokonaismikrobimäärä tai *E. coli* ilmentäisi kovin tarkasti maidossa esiintyviä ihmisten terveyttä vaarantavia mikrobeja. Yksittäisten näytteiden ja siten eri tilojen välillä bakteerien määrässä oli havaittavissa huomattavaa vaihtelua (Lindström 2012). Erot saattavat liittyä eritasoiseen tuotanto- ja lypsyhygieniaan sekä erilaisiin olosuhteisiin tiloilla. Lisäksi taudinaiheuttajia esiintyi myös sellaisilla tiloilla, joiden kokonaispesäkeluku oli hyvin pieni. Toisaalta kartoituksen otos oli suhteellisen pieni (vajaat 200 näytettä), mikä saattaa vääristää tulosta.

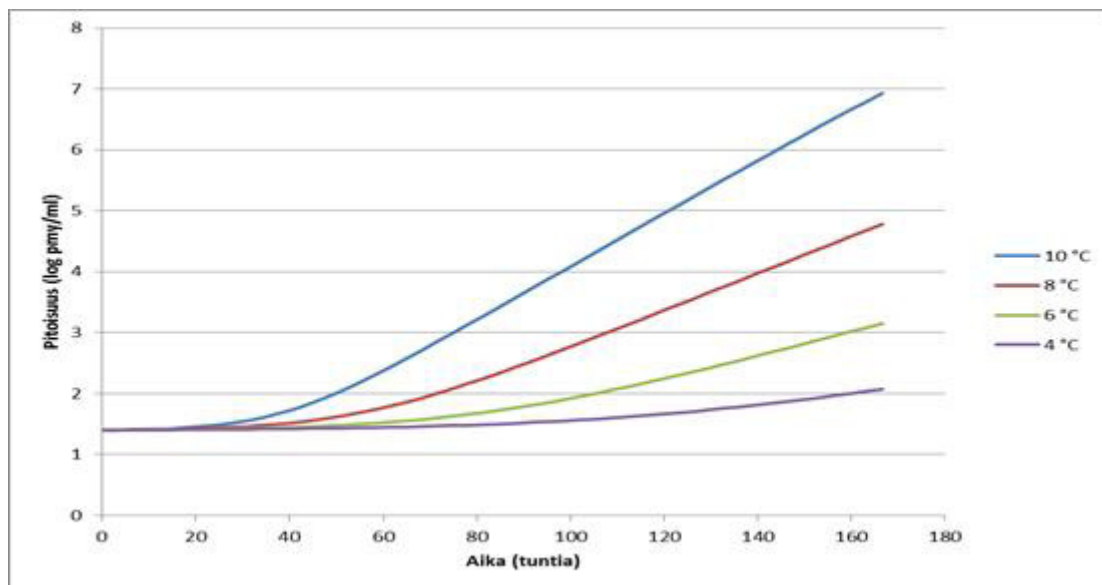
Saatavilla olevista tiedoista päätellen tuntuisi aiheelliselta seurata maidon patogeenisia bakteereita suoraan eikä indikaattorien avulla. Nykyistä kattavampi patogeeniseuranta raakamaitoa tuottavilla tiloilla olisi pohtimisen arvoista, koska tehdyn kyselytutkimuksen perusteella sekä tuottajat että myyjät luottavat vahvasti tilan käyttämän meijerin tekemään maidon laadun seurantaan. Seuranta palvelee luonnollisesti etusijassa ko. laitoksen tarpeita eikä siihen sisälly välttämättä patogeenitutkimuksia. Maitoalan laitosten mielenkiinnon kohteena ei ole kuluttajille myytävän raakamaidon mikrobiologinen laatu, elleivät ne itse ole osana myyntiketjua. Useimmiten suomalaiset maitoalan laitokset pastöroivat maidon, jota käyttävät tuotteidensa raakaineena, minkä vuoksi mikrobiseuranta kohdistuu pääasiassa mikrobikriteerasetuksen mukaiseen tuoteprosessien ja lopputuotteiden seurantaan. Nykyisin eri toimijoiden tekemä seuranta saattaa olla hyvin eritasoista paikallisen elintarvikevalvontaviranomaisen vaatimuksista riippuen, minkä vuoksi raakamaitoa kuluttajille toimittaville tiloille ja yrityk-

sille tarvittaisiin yhdenmukaiset mikrobiologisen laadun seurantaohjeet.

Helsingin yliopiston Elintarvikehygienian ja ympäristöterveyden osaston tutkimuksessa havaittu *L. monocytogenes* -bakteereiden yleisyys (5,5 %) tiloilta otetuissa raakamaitonäytteissä herättää arveluita mm. siitä, missä määrin rajoitusten poistaminen raakamaidon myynnistä voisi lisätä suomalaisten listerioositapausten määrään. Sairastuvuus listeriaan on Suomessa EU-maiden suurimpia (0,8 tapausta 100 000 henkilöä kohti) ja lähes kolminkertainen verrattuna EU:n keskitasoon (0,3 tapausta 100 000 henkilöä kohti) (EFSA 2010a).

Jo vähäinen määrä maidossa olevia listeriabakteereita saattaa lisääntyä jääkaappiolioissa muutamassa päivässä sellaiseksi pitoisuudeksi, että se voi aiheuttaa sairastumisen. Kuluttajille kohdistetussa kyselyssä kävi ilmi, että he säilyttävät raakamaitoa jääkaapissa 0 - 10 °C:n lämpötilassa useita päiviä, jopa viikkoja. Korkeimmat pitoisuudet,

jotka Elintarvikehygienian ja ympäristöterveyden osaston tutkimuksessa todettiin tilalta otetuissa raakamaitonäytteissä, olivat 25 pmy/ml, eli selvästi pienemmät kuin esim. mikrobikriteeriasetuksessa useiden tuotteiden raja-arvoksi asetettu 100 pmy/ml. Ihmisten on tosin todettu sairastuneen listerioosiin huomattavasti vähäisemmistäkin määristä (Lyytikäinen ym. 2000). Ennustavia mikrobiologisia malleja (ComBase, A Combined Database for Predictive Microbiology, kehittäneet ERRC, ARS, USDA) hyödyntämällä voidaan tehdä karkeita arvioita esim. *L. monocytogenes* -bakteereiden kasvusta maidossa (Kuva 12). Sen perusteella jopa 4 °C:ssa säilytetyssä maidossa alun perin 25 pmy/ml lisääntyy viikon sisällä pitoisuuteen yli 100 pmy/ml. Osa kuluttajista ilmoitti säilyttävänsä maitoa 10 °C:ssa, jolloin alkutasoltaan 25 pmy/ml olevan maidon listeriabakteereiden pitoisuus ylittäisi rajan 100 pmy/ml jo parissa päivässä ja kuudessa päivässä jopa miljoonan pesäkkeen rajan.



Kuva 12. *Listeria monocytogenes* -bakteerin kasvukäyrät neljässä eri lämpötilassa (4 °C, 6 °C, 8 °C ja 10 °C) viikon aikana (168 tunnissa).

Mikrobien kasvunopeuden tiedostaminen on tärkeää elintarvikeketjun jokaisella tasolla, mutta kylmäketjun merkitystä maidon turvallisuudelle olisi korostettava erityisesti kuluttajille. Turvallisen säilytyksen varmistamiseksi olisi muistutettava myös maidon säilytyskohdasta jääkaapissa, koska jääkaapin ovesta lämpötila saattaa olla jopa 2 °C korkeampi kuin kaapin sisällä (EFSA 2010a).

Todettujen raakamaidon aiheuttamien epidemioiden osuus on suhteellisen vähäinen verrattaessa niitä muihin elintarvikeryhmiin, joista yleisimpiä aiheuttajia ovat vuosina 2000–2010 olleet tuoreet kasvikset ja niistä valmistetut tuotteet, seuraavaksi liha- ja lihavalmisteet sekä kala- ja kalavalmisteet (Zoonoosikeskus 2011). Toisaalta esim. Yhdysvalloissa on todettu, että suurin osa maitotuotteiden aiheuttamista ruokamyrkytyksistä on peräisin raakamaidosta, ja verrattuna pastöroitettuun maitoon sairastumistodennäköisyys on 150-kertainen (CDC 2012).

Maidon kuten muidenkin elintarvikkeiden aiheuttamien ruokamyrkytysepidemioiden tunnistamisen ongelmana ovat ns. sporadiset (yksittäiset, hajanaiset) tapaukset, joita ei kyetä yhdistämään toisiinsa. Ruokamyrkytysepidemian aiheuttaja jää usein selvittämättä mm. koska sopivat analysointimenetelmät puuttuvat tai ruokamyrkytysoireet ilmenevät vasta pitkän ajan kuluttua ruokamyrkytyksen aiheuttaneen elintarvikkeen nauttimisesta (esim. listerian itämisäika voi olla kuukausia, eikä kuluttaja enää oireiden puhjettua muista, mitä oli syönyt). Mahdollinen tartunnan aiheuttanut elintarvike on myös voinut syödä tai hävittää ennen ruokamyrkytysepäilyn syntymistä tai jotkin taudinaiheuttajat (esim. kampylobakteerit) eivät pysy hengissä tutkimusajankohtaan saakka. Todetut ruokamyrkytysepidemiat ilmentävät sen vuoksi todennäköisesti vain jäävuoren huippua. Sitä, että Suomessa on todettu edes joitakin

raakamaidon aiheuttamia epidemioita, voidaan pitää osoituksena siitä, että raakamaito on mahdollinen ruokamyrkytysten aiheuttaja.

Joidenkin kuluttajaryhmien halu käyttää raakamaitoa hyvänä pitämänsä maun vuoksi ja erilaisista terveydellisistä ja eettisistä syistä ei ole vain suomalainen ilmiö, kuten eri maissa annettujen säädösten ja suositusten perusteellakin voi päätellä. Belgian riskinarviointia tekevä tieteellinen komitea julkaisi marraskuussa 2011 yhteenvedon lehmän raakamaidon kulutuksen belgialaiselle kuluttajalle mahdollisesti aiheuttamista riskeistä ja hyödyistä (FASFC 2011). Sen mukaan raakamaito on mikrobiologialtaan riskituote, jossa olevat tautia aiheuttavat mikrobit kuumennuskäsittely (pastörinti, iskukuumennus ja sterilointi) tuhoaa. Raportissa tarkasteltiin myös raakamaidon käyttämisestä mahdollisesti koituvia hyötyjä.

Eri puolilla Eurooppaa sovelletaan EU-lainsäädännön antamia valtuuksia hie-
man eri tavoin. Useissa maissa maidon-
tuottajien on lupa myydä raakamaitoa
'pieniä määriä' suoraan tilalta, joissa-
kin maissa toiminta on kielletty tai sen
kieltämistä suunnitellaan kansanterve-
ydellisin perustein. Vain muutamissa
maissa, kuten Suomessa, 'pieni määrä'
on määritelty. Useissa maissa myytävä
raakamaito pitää paitsi merkitä selvästi
raakamaidoksi, myös ilmoittaa sen ole-
van tarkoitettu nautittavaksi vasta kuu-
mennuskäsittelyn jälkeen. Lisäksi jois-
sain maissa on erityisiä rajoituksia tai
ohjeita raakamaidon myymisestä riski-
ryhmiin kuuluville kuluttajille.

Euroopan parlamentin ja neuvoston
asetuksissa annettujen seurantamenet-
elyiden lisäksi joissakin jäsenmaissa on
säädetty raakamaidon myyntiä koskevia
kansallisia kriteereitä patogeenien seu-
rannasta, hyväksyttävistä raja-arvois-
ta ja seurannan tiheydestä. Suomes-
sa ei sellaisia ole toistaiseksi annettu.
Sekä maitotilat että vähittäismyyjät ja

kuluttajat luottavat maitoa vastaanottavien meijereiden huolehtivan raakamaidon patogeeniseurannasta. Vähittäismyyntiin maitoa toimittavilta yrityksiltä vaaditaan laitoshyväksyntä. Laitoksille kuuluu vastuu tuotantoprosessiensa ja lopputuotteiden seurannasta, minkä vuoksi pastörointiin menevän raaka-aineen patogeenien seuranta on toissijaista ja tutkimuksia tehdään satunnaisesti tai rajoitetusti. Paikalliset elintarvikevalvontaviranomaiset voivat edellyttää hyväksytyiltä laitoksilta omavalvontasuunnitelmaan sisällytetyjä laboratoriotutkimuksia, mutta tutkimusvaatimukset saattavat poiketa huomattavastikin eri paikkakunnilla.

Jos raakamaidon käyttö lisääntyy ja/tai myynnin määrälle annettua rajoitusta väljennetään, saattaisi Suomessakin olla hyödyllistä kehittää yhdenmukaista lainsäädäntöä ja/tai suosituksia raakamaidon patogeeniseurantaan. Tässä esitetyn selvityksen perusteella raakamaidon seurantaohjelmaan kannattaisi sisällyttää ainakin EHEC -bakteerit, *L. monocytogenes*, lämpökestoiset kampylobakteerit, salmonellat ja mahdollisesti myös *S. aureus*. Patogeenisten yersiniabakteereiden merkitystä suomalaisessa maidontuotannossa pitäisi tutkia lisää. Seurantaa varten otettavien

näytemäärien ja näytteenoton tiheyden tulisi olla yhteydessä vuosittain myytävän raakamaidon määrään, laboratorio- löydöksiin, lypsyeläinten terveydentilaan ja tilan hygieniatasoon.

Lisätutkimuksia tarvitaan valaisemaan mahdollisen riskin suuruutta ja hallintakeinojen tehokkuutta. Tutkimusten avulla olisi mahdollista myös tarkentaa mahdollisesti käynnistettävää seurantaohjelmaa.

Suomessa maito- ja maitotuotteet ovat aiheuttaneet ruokamyrkytyksiä harvoin. Tilanne saattaisi muuttua, jos raakamaidon myyntiä rajoittavia säädöksiä muutettaisiin ilman riskinhallintaan tähtäävien toimenpiteiden lisäämistä. Raakamaitoa myyvillä tiloilla eläinten terveyden tilan seurantaan ja hoitoon tulisi kiinnittää erityistä huomiota, samoin navettaympäristön ja työntekijöiden hygieniaan. Raakamaitotuotannon ja -myynnin erityispiirteet tulisi ottaa huomioon alan toimijoiden omavalvontasuunnitelmassa. Raakamaidon kanssa työskenteleviltä vaaditaan erityisosaamista, mitä olisi syytä edistää ja pitää yllä koulutuksin ja osaamistestein. Raakamaitoa käyttäviä kuluttajia tulisi opastaa erityisesti raakamaidon säilytykseen liittyvissä asioissa.

9 Johtopäätöksiä

9.1 Selvitykseen perustuvia johtopäätöksiä

Kotimaisten tilastojen ja raporttien, Helsingin yliopiston elintarvikehygienian ja ympäristöterveyden osaston pilottitutkimuksen, kyselytutkimukseen saatujen vastausten ja julkaistujen tietojen perusteella voidaan todeta seuraavaa:

- Suomessa maito on myyty pääasiassa pastöroituna jo yli puolen vuosisadan ajan. Elintarvike turvallisuutta ylläpitäviä järjestelmiä ei ole sen vuoksi rakennettu turvaamaan mikrobiologista laatua raakamaidossa lopputuotteena.
- Raakamaitoa kuluttavien suomalaisten määrästä tai käytön syistä ei ole kattavia tietoja. Raakamaidon käyttö on tilastojen mukaan vähentynyt koko maan tasolla viimeisten kymmenen vuoden aikana, ja sen osuus on nykyisin vain noin 1 % maidon ja maitotuotteiden kokonaiskulutuksesta. Kyselytulosten perusteella kuluttajamyynäntiin päätyy raaka- tai ternimaitona noin 0,3 % tiloilla tuotetusta lehmänmaidosta. Käytön ja myynnin suuruus näyttäisi vaihtelevan paikallisesti. Raakamaitoa ammattimaisesti myyvät tuottajat ja myyjät arvioivat kysynnän kuitenkin ylittävän tarjonnan ja käytön lisääntyvän, jos tarjontaa olisi enemmän.
- Kuluttajat käyttävät raakamaitoa pääasiassa aistinvaraisista ('maku'), eettisistä ('luonnollisuus', 'lähituotanto', 'ympäristöystävällisyys') ja terveydellisistä ('laktoosi-intoleranssi', 'terveyden edistäminen', 'ravitseminen' koostumus') syistä.
- Raakamaitoa käyttävät myös riskiryhmiin kuuluvat kuluttajat. Raakamaidon käyttäjiä on kaikissa ikäluokissa jopa alle 1-vuotiaista ikäihmisiin. Raakamaidon käyttäjisissä on ilmoituksensa mukaan myös muihin riskiryhmiin kuuluvia kuluttajia, kuten raskaana olevia, kroonisia sairauksia ja syöpää sairastavia.
- Ostaminen suoraan maitotilalta näyttäisi edelleen olevan suosituin tapa hankkia raakamaitoa, mutta useat kuluttajat ostivat sitä myös kaupahalleista ja vähittäismyymälöistä; riskinhallinnassa olisi syytä varautua myös internetin ja ruokaosuskuntien kautta sekä maitoautomaateista tapahtuvan kaupan kasvuun.
- Tuontieläinten tai -elintarvikkeiden mukana suomalaiseen maidontuotantoketjuun päätyvät patogeeneit eivät ole merkittävä elintarvike turvallisuusriski, jos toimitaan nykyisten sääntöjen ja suositusten mukaan. Lisääntynyt tai suosituksista piittaamaton tuonti voi sen sijaan muuttaa tilannetta huonommaksi.

- Kyselytutkimuksessa saatujen tietojen perusteella hankittu maito kulutetaan 60-prosenttisesti sellaisenaan ja säilytetään keskimäärin 5 vrk 6 °C:ssa, toisaalta säilytysaika voi venyä kahteen viikkoon ja säilytyslämpötila kohota 10 °C:seen; osa maidossa olevista mikrobeista saattaa lisääntyä näissä säilytysolosuhteissa sairautta aiheuttaviksi pitoisuuksiksi jo muutamassa päivässä. Myös kerralla hankittava maitomäärä voi olla huomattava, jopa 30 litraa.
- Kaikki kyselyyn vastanneet tilat toimittivat maitoa myös meijeriin. Sekä raakamaitoa tuottavat että myyvät toimijat luottivat meijerin seurantaan, joka kohdistuu etupäässä meijerin omien prosessien ja tuotteiden valvontaan ja johon raaka-ainemaidon patogeenitutkimukset eivät välttämättä kuulu rutiinisti. Siten kuluttajalle päätyvän raakamaidon patogeenisia mikrobeja tutkitaan hyvin vähän tai satunnaisesti tai niitä ei tutkita lainkaan.
- Suomalainen lehmän raakamaito on laadultaan hyvälaatuista. Lypsetyn maidon testaaminen ja seuranta oli sekä kattavampaa että tiheämpää niillä tiloilla, jotka ilmoittivat myyvänsä raakamaitoa kuluttajille; seuranta kohdistui kuitenkin ensisijaisesti maidon laadullisiin tekijöihin eikä taudin aiheuttajiin.
- Ruokamyrkytykset ovat usein piste-epidemioita ja raportoitavaksi niistä päätyy vain murto-osa todellisista tapauksista. Vuoden 1999 jälkeen Suomessa on raportoitu kahdeksan ruokamyrkytysepidemiaa, joissa välittäjäelintarvikkeena on ollut lehmän tai vuohen raakamaito tai raakamaitotuotteet; näistä viiden epidemian näytö on luokiteltu vahvaksi.
- Mikrobien esiintyminen tilojen tuottamassa raakamaidossa vaikuttaisi olevan melko yleistä ja siinä todetaan satunnaisesti myös taudinai-

heuttajia. Tärkeimmiksi suomalaisen raakamaidon mikrobiologiseksi vaaroiksi tunnistettiin EHEC -bakteerit, *L. monocytogenes*, lämpökestoiset kampylobakteerit ja salmonellat. Näiden lisäksi tulisi pohtia *S. aureus* -bakteereiden sisällyttämistä mahdolliseen seurantaohjelmaan ja yersiniabakteerien merkitys maidontuotannossa tulisi selvittää. Näytteenottokohde (esim. uloste- vai maitonäyte) tulee pohtia mikrobikohtaisesti.

Tutkimusta edustaneiden asiantuntijoiden mielestä

- tärkeimpiä biologisia vaaroja suomalaisessa raakamaidossa ovat (aakkosjärjestyksessä) EHEC -bakteerit, *L. monocytogenes*, lämpökestoiset kampylobakteerit ja *Salmonella* spp. joita kaikkia on todettu suomalaisissa tuotantoeläimissä, navettaympäristössä ja ihmisissä, ja jotka voivat aiheuttaa vakavia sairauksia
- olisi hyödyllistä tutkia, miten suuren elintarvikeeturvallisuusriskin *S. aureus* ja patogeeniset *Yersinia* -bakteerit voivat raakamaidossa aiheuttaa
- raakamaito voi sisältää myös moniresistenttejä bakteereita, esim. MRSA-bakteereita. Näiden bakteerien taudinaiheutuskyky ei poikkea antibiooteille herkkien bakteerien taudinaiheutuskyvystä, mutta niiden mahdollisesti aiheuttamien infektioiden hoito voi vaikeutua
- todennäköisimmät ja tärkeimmät maidon mikrobiologiset saastumislähteet ovat lanta (lantaiset eläimet) ja maitolaitteisto (erityisesti automaattilypsylaitteisto); myös rehuja, vettä, muita eläimiä ja navetassa työskenteleviä ihmisiä pidettiin kohtalaisen todennäköisinä lähteinä

Raakamaitoa kuluttajille myyvien, maidontuottajia edustaneiden asiantuntijoiden mielestä

- raakamaitoa menisi kaupaksi huomattavasti enemmän, jos sen tarjonta olisi säädösten puitteissa helpompaa
- kuluttajalle myytävän raakamaidon tuottamisessa ja välittämisessä on elintarviketurvallisuuden kannalta tärkeintä, että toiminta on suunnitelmallista, lypsyhygieniä ensiluokkaista, ja että säilytyslämpötila on riittävän matala (enintään 3 °C) ja säilytysaika riittävän lyhyt (enintään kaksi vuorokautta)
- hyväksynnän elintarvikehuoneistoksi ilman ns. laitoshyväksyntää tulisi riittää rajoittamattoman tai ainakin huomattavasti nykyistä suuremman maitomäärän sallimiseksi tilalta suoraan kuluttajalle
- mahdollisena vaihtoehtona 2 500 litralle voitaisiin pitää 10 000 litran vuosittaista myyntimäärää ilman laitoshyväksyntää
- mikrobiseuranta on hyväksyttävää, kunhan se kohdistuu maitoon eikä eläimeen (ulosteeseen) tai navettaympäristöön; solupitoisuudeltaan ja kokonaispesäkeluvultaan myytävän raakamaidon tulisi täyttää E-luokan maidon kriteerit
- kuluttajariski lisääntyy, jos maitoa pakataan tai jatkojalostetaan tilalla, jolloin toimijalta voitaisiin edellyttää laitoshyväksyntää

Raakamaitoa kuluttajille myyvien, vähittäismyyntiä edustaneiden asiantuntijoiden mielestä

- raakamaitoa menisi kaupaksi huomattavasti enemmän, jos tarjontaa olisi enemmän; kuluttajien mielipidettä olisi kuultava herkemmin päätöksiä tehtäessä

- vähittäismyyjiltä ei voida edellyttää laboratoriokokeiden teettämistä maidon mikrobiologisen laadun varmistamiseksi tai myyntiajan pituuden määrittämiseksi, vaan ne tulee tehdä jo aikaisemmassa vaiheessa maidontuotantoketjua
- myös raakamaidon terveydellisiä vaikutuksia tulisi tutkia riippumattomasti ja ennakkoluulottomasti
- vähittäismyyntissä myytävän, laitoshyväksynnän saaneilta tuottajilta toimitetun raakamaidon aiheuttama kuluttajariski on mitätön

Raakamaitoa käyttävien kyselytutkimukseen vastanneiden kuluttajien mielestä

- raakamaito on haluttu ostokohde aistittavien, ravitsemuksellisten, terveydellisten ja turvallisuuteen liittyvien ominaisuuksiensa puolesta
- eettiset ja elämykselliset syyt ovat huomattavan tärkeä peruste käyttää tiloilta suoraan tai vähittäismyymlöiden kautta hankittua raakamaitoa
- teollisten meijereiden markkinaosuuksia ja valtaa tulisi vähentää
- nykyinen lainsäädäntö on holhoavaa ja kuluttajien on saatava itse päättää mitä syövät

9.2 Mahdollisia riskinhallintakeinoja

Ilman lisätutkimuksia ja asianmukaista riskinarviointia on mahdotonta arvioida, miten paljon raakamaidon myyntirajoitusten poistaminen tai väljentäminen vaikuttaisi suomalaisten kuluttajien terveyteen. Sen vuoksi esiteltävät riskinhallintaan liittyvät keinot maitotiloille, kuluttajille ja viranomaisille perustuvat ensisijaisesti selvityksen aikana kerättyyn tietoon, elintarvikehygieeniseen

asiantuntemukseen ja varovaisuusperiaatteeseen. Menettelytapojen tehokkuutta yksittäin tai eri yhdistelminä ei voida arvioida ilman riskinarviointia.

Raakamaidon käytön turvallisuutta voitaisiin pyrkiä ylläpitämään tai edistämään esim. seuraavilla keinoilla:

edellyttämällä maitotiloilta:

- kattavaa, erityisesti maidon myynnin huomioon ottavaa suunnitelmallista omavalvontaa, huolellista lypsyhygieniää, puhtaita eläimiä, dokumentoitua säilytysaikojen ja -lämpötilojen hallintaa sekä näiden kriteerien täyttymisen seuranta riippumattomilla auditoinneilla tai viranomaisvalvonnalla
- asianmukaisia tiloja raakamaidon mahdollista säilyttämistä ja myyntiä varten; tarvittaessa tiloja, esim. ovelista kaappia, joissa ostajan maitoastiat säilyvät puhtaina sekä vastaavanlaista, kylmäketjua ylläpitävää erillistä tilaa ostajan raakamaitoa sisältäviä astioita varten
- hyvälaatuista (esim. E-luokan kriteerit täyttävää) maitoa
- lypsylehmien ja -vuohien terveydentilan seurantajärjestelmä
- tärkeimpien biologisten vaarojen seurantaohjelmaa, jossa näytteenottotiheys ja -määrä on suhteutettu tilalla tunnistettujen riskitekijöiden määrään ja luonteeseen
- ”raakamaitopassi”: omavalvontaan, terveysriskeihin ja yleiseen elintarvikehygieniaan liittyvää osaamista, sekä erityistä osaamista raakamaidon mikrobiologisista terveysriskeistä ja vaikuttavista tekijöistä
- vastuullista tiedon jakamista ja mainostamista; tiedottamista raa-

kamaidon riskeistä (erityisesti riskiryhmille: pikkulapset, iäkkäät, ras-
kaana olevat ja vakavasti sairaat).

edellyttämällä vähittäismyyjiltä:

- raakamaidon välittämiseen / myyntiin soveltuvia tiloja ja laitteita
- raakamaidon myynnin erityisluonteen huomioon ottavaa omavalvontaa, jonka tulee sisältää myös suunnitelma tiedottamisesta asiakkaille ja viranomaisille poikkeamien varalta; erityistä huolellisuutta raakamaidon ostopaikkojen valinnassa; kylmäketjun varmistamista tilalta myyntiin
- säilytyslämpötilan ja myyntiajan huomioon ottamista: pitkät myyntiajat vaativat kylmempiä säilytyslämpötiloja ja lämpimät säilytystilat lyhyempiä myyntiaikoja. Sopivin aika-lämpötilayhdistelmä voitaisiin määrittää tapauskohtaisesti ja todentaa laboratoriotestien avulla.
- elintarvikeeturvallisuusnäkökohdat huomioon ottavia hankintasopimuksia
- ”raakamaitopassi”: omavalvontaan, terveysriskeihin ja yleiseen elintarvikehygieniaan liittyvää osaamista, sekä erityistä osaamista raakamaidon mikrobiologisista terveysriskeistä ja niihin vaikuttavista tekijöistä
- vastuullista tiedon jakamista ja mainostamista; tiedottamista raakamaidon riskeistä (erityisesti riskiryhmille: pikkulapset, iäkkäät, ras-
kaana olevat ja vakavasti sairaat)

edellyttämällä kuluttajilta / ammattikeittiöiltä:

- lämpötilan pitämistä kylmänä, myös kotiinkuljetuksen aikana

- maidon säilytys- ja kuljetusastioiden puhtaanapitoa
- vastuullisuutta siinä, kenelle ja missä muodossa raakamaitoa tarjotaan: erityisesti on otettava huomioon lapset, vanhukset, raskaana olevat ja sairaat tai muuten vastustuskyvyltään heikentyneet.
- vieraille / asiakkaille tulee kertoa, että tarjolla oleva maito on pastöroimatonta raakamaitoa; päätös käytöstä on jätettävä käyttäjälle

edellyttämällä elintarviketurvallisuudesta vastaavilta viranomaisilta:

- uutta lainsäädäntöä, joka ottaa huomioon raakamaidon tuotantoketjun erityispiirteet (erityisestiseurantaohjelma, myyntiaika ja lämpötila sekä myyntimerkinnot ja -ilmoitukset)
- ohjeita ja neuvontaa raakamaidon tuottajille, myyjille ja kuluttajille raakamaidon biologisten riskien vähentämiseksi. Opastusta tarvitaan erityisesti lypsystä kulu-neen ajan ja lämpötilan yhdistel-mien vaikutuksesta maidon laatuun
- kuluttajaneuvontaa raakamai-don biologisista riskeistä ja sii-tä, miten niitä voidaan vähentää
- oman toimialueensa raakamaito-myyntissä noudatettavan omaval-vonnan ja elintarvikehygieenisten menettelytapojen seuraamis-ta sekä kohdennettua valvontaa

9.3 Keskeisiä tutkimustarpeita

Raakamaidon käytöstä tai käytön li-sääntymisestä aiheutuvien mahdollis-ten kuluttajan terveyteen kohdistuvien biologisten riskien laatua, suuruutta tai riskeihin vaikuttavien eri toimenpitei-

den vaikutusta ei voida arvioida ilman asianmukaista riskinarviointia. Tehok-kaiden toimenpiteiden kustannuksista ei kannata tehdä kustannushyötyana-lyysia ilman riskinarviointia. Raakamai-don biologisista vaaroista ei ole tällä hetkellä käytettävissä riittävästi tietoa riskinarvioinnin tekemiseksi, minkä vuoksi seuraavien kuluttajariskien vai-kuttavien tekijöiden selvittäminen tuli-si aloittaa

- suomalaisten kuluttajien raakamai-don käyttö
- ihmisille sairautta aiheuttavi-en biologisten vaarojen esiinty-vyys suomalaisessa raakamaidossa
- biologisten vaarojen pääty-mi-nen eläimistä tai ympäristös-tä maitoon sekä tehokkaimmat tavat välttää tai vähentää sitä
- erilaisten menettelytapojen ja toi-menpiteiden vaikutus maidon bio-logiseen laatuun maitotilalla, mai-don jalostuksessa ja myynissä sekä keittiössä
- maidon biologisen laadun (jat-kuvaan) seurantaan suoma-laisissa oloissa parhaiten so-veltuvat indikaattorit, niiden herkkyys ja käytön kustannukset
- tuotantotavan (erityisesti luon-nonmukaisen tuotannon) vaikutus raakamaidon biologiseen laatuun
- välitysketjun vaikutus raaka-maidon biologiseen laatuun vastakohtana lähituotannolle

- mahdollisesti, tutkimustulosten niin osoittaessa, riskiähyötyanalyysi, jon-ka avulla arvioitaisiin raakamaidon kuluttamisesta koituvien terveydel-listen hyötyjen ja haittojen suhde

Erityisesti jos raakamaidon ja siitä val-mistettujen tuotteiden kulutus lisääntyy

voimakkaasti tai sallittaisiin huomattavasti nykyistä suurempi suoramyynnin määrä, olisi arvioitava lisäksi

- raakamaidosta aiheutuvien sairaustapausten osuus muiden lähteiden aiheuttamiin sairaustapauksiin (source attribution)
- raakamaidon ja raakamaitotuotteiden kulutuksesta aiheutuvien sairaustapausten määrä verrattuna niiden sairaustapausten määrään, joka aiheutuu pastöroidusta maidosta ja maitotuotteista
- mahdollisten riskinhallintatoimenpiteiden vaikutus sairastumisten määrään
- eri riskinhallintatoimenpiteistä aiheutuneet hyöty kuluttajariskin vähenemisenä ja kustannukset toimenpiteiden perustamisesta ja ylläpitämisestä (kustannushyötyanalyysi)
- toimijoiden luokittelu elintarviketurvallisuusriskin suuruuden perusteella valvonnan kohdistamiseksi tehokkaasti

Viitteet

- Ahmad A., Nagaraja T.G., Zurek L. (2007). Transmission of *Escherichia coli* O157:H7 to cattle by house flies. Preventive veterinary medicine 80(1): 74-81.
- Al Dahouk S., Nockler K., Hensel A., Tomaso H., Scholz H.C., Hagen R.M., Neubauer H. (2005). Human brucellosis in a nonendemic country: a report from Germany, 2002 and 2003. European journal of clinical microbiology & infectious diseases 24(7): 450-456.
- Alam M.J. & Zurek L. (2004). Association of *Escherichia coli* O157:H7 with houseflies on a cattle farm. Applied and Environmental Microbiology 70(12): 7578-7580.
- Allerberger F., Friedrich A.W., Grif K., Dierich M.P., Dornbusch H.J., Mache C.J., Nachbaur E., Freilinger M., Rieck P., Wagner M., Caprioli A., Karch H., Zimmerhackl L.B. (2003). Hemolytic-uremic syndrome associated with enterohemorrhagic *Escherichia coli* O26:H infection and consumption of unpasteurized cow's milk. International journal of infectious diseases 7(1): 42-45.
- Allerberger F., Wagner M., Schweiger P., Rammer H.P., Resch A., Dierich M.P., Friedrich A.W., Karch H. (2001). *Escherichia coli* O157 infections and unpasteurised milk. Euro surveillance 6(10): 147-151.
- Antognoli M.C., Lombard J.E., Wagner B.A., McCluskey B.J., Van Kessel J.S., Karns J.S. (2009). Risk Factors Associated with the Presence of Viable *Listeria monocytogenes* in Bulk Tank Milk from US Dairies. Zoonoses and Public Health 56: 77-83.
- Bennett R.W., Monday S.R. (2003). *Staphylococcus aureus*. Teoksessa: International Handbook of Foodborne Pathogens; Toim. Miliotis M.D. & Bier J.W. CRC Press.; New York; s. 41-59
- Bemrah N., Sanaa M., Cassin M., Griffiths M., Cerf O. (1998). Quantitative risk assessment of human listeriosis from consumption of soft cheese made from raw milk. Preventive veterinary medicine 37(1): 129-145.
- Bille J., Blanc D.S., Schmid H., Boubaker K., Baumgartner A., Siegrist H.H., Tritten M.L., Lienhard R., Berner D., Anderau R., Treboux M., Ducommun J.M., Malinverni R., Genné D., Erard P., Waespi U. (2006). Outbreak of human listeriosis associated with tomme cheese in northwest Switzerland, 2005. Eurosurveillance 11(6):pii=633.
- Boqvist S., Aspan A., Eriksson E. (2009). Prevalence of verotoxigenic *Escherichia coli* O157:H7 in fecal and ear samples from slaughtered cattle in Sweden. Journal of food protection 72(8): 1709-1712.
- Callaway T.R., Keen J.E., Edrington T.S., Baumgard L.H., Spicer L., Fonda E.S., Griswold K.E., Overton T.R., VanAmburgh M.E., Anderson R.C., Genovese K.J., Poole T.L., Harvey R.B., Nisbet D.J. (2005). Fecal prevalence and diversity of *Salmonella* species in lactating dairy cattle in four states. Journal of dairy science 88(10): 3603-3608
- Carrique-Mas J.J., Hokeberg I., Andersson Y., Arneborn M., Tham W., Danielsson-Tham M.L., Osterman B., Leffler M., Steen M., Eriksson E., Hedin G., Giesecke J. (2003). Febrile gastroenteritis after eating on-farm manufactured fresh cheese--an outbreak of listeriosis? Epidemiology and infection 130(1): 79-86.

CDC, Centers for Disease Control and Prevention. (2012). Majority of Dairy-related Disease Outbreaks Linked to Raw Milk. Lehdistötiedote, 21.2.2012. Saatavilla: http://www.cdc.gov/media/releases/2012/p0221_raw_milk_outbreak.html

CDR, Communicable Disease Surveillance Centre. (2003). General outbreaks of foodborne illness in humans, England and Wales: quarterly report (October to December 2002). CRR weekly 13(11): 9-11.

Chase-Topping M.E., McKendrick I.J., Pearce M.C., MacDonald P., Matthews L., Halliday J., Allison L., Fenlon D., Low J.C., Gunn G., Woolhouse M.E. (2007). Risk factors for the presence of high-level shedders of *Escherichia coli* O157 on Scottish farms. Journal of clinical microbiology 45(5): 1594-1603.

Christiansson A., Bertilsson J., Svensson B. (1999). *Bacillus cereus* spores in raw milk: factors affecting the contamination of milk during the grazing period. Journal of dairy science 82(2): 305-314.

Codex (2004). Code of hygienic practice for milk and milk products, CAC/RCP 57-2004. 49 s. Saatavilla: http://www.ipfsaph.org/servlet/BinaryDownloaderServlet?filename=kopool_data/codex_0/en_cxc_057_2004e.pdf

Curnow J. (1999). *Escherichia coli* O157 outbreak in Scotland linked to unpasteurized goat's milk. Eurosurveillance 3(24): pii=1387.

Dalkey N.C. (1967). Delphi. RAND Corporation Papers P-3704, Rand Co., Santa Monica, CA. 10 s. Saatavilla: <http://www.rand.org/pubs/papers/P3704.html>

Desmaures N., Bazin F., Gueguen M. (1997). Microbiological composition of raw milk from selected farms in the Camembert region of Normandy. Journal of applied microbiology 83(1): 53-58.

Dodson K. & LeJeune J. (2005). *Escherichia coli* O157:H7, *Campylobacter jejuni*, and *Salmonella* Prevalence in cull dairy cows marketed in northeastern Ohio. Journal of food protection 68(5): 927-931.

Dominguez M., Jourdan-Da Silva N., Vaillant V., Pihier N., Kermin C., Weill F.X., Delmas G., Kerouanton A., Brisabois A., de Valk H. (2009). Outbreak of *Salmonella enterica* serotype Montevideo infections in France linked to consumption of cheese made from raw milk. Foodborne pathogens and disease 6(1): 121-128.

Conseil supérieur d'Hygiène. (2006). Avis concernant les critères microbiologiques pour certaines denrées alimentaires (CSH n° 8163 révision de CSH n° 8114). Saatavilla: http://www.health.belgium.be/internet2Prd/groups/public/@public/@shc/documents/ie2divers/7460388_fr.pdf

Doyle M.P. & Roman D.J. (1982). Prevalence and survival of *Campylobacter jejuni* in unpasteurized milk. Applied and Environmental Microbiology 44(5): 1154-1158.

Eerola M. (2001). Asiantuntijatiedon kvantifiointi riskinarvioinnissa. EELAn raportti; 17 s.

EFSA (2010a). The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and food-borne outbreaks in the European Union in 2008. The EFSA Journal 8(1): 1496.

EFSA (2004). Report on trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in humans, foodstuffs, animals and in feedingstuffs in Finland 2004. http://www.evira.fi/attachments/elaintauti_ja_elintarvike tutkimus/elaintaudit_ja_zoonosit/zoorek04en.pdf

Elmoslemany A.M., Keefe G.P., Dohoo I.R., Jayarao B.M. (2009a). Risk factors for bacteriological quality of bulk tank milk in Prince Edward Island dairy herds. Part 1: Overall risk factors. *Journal of Dairy Science* 92: 2634-2643.

Elmoslemany A.M., Keefe G.P., Dohoo I.R., Jayarao B.M. (2009b). Risk factors for bacteriological quality of bulk tank milk in Prince Edward Island dairy herds. Part 2: Bacteria count-specific risk factors. *Journal of Dairy Science* 92: 2644-2652

Erdogan H.M., Cripps P.J., Morgan K.L., Cetinkaya B., Green L.E. (2001). Prevalence, incidence, signs and treatment of clinical listeriosis in dairy cattle in England. *The Veterinary Record* 149: 289-293.

Espie E., Vaillant V., Mariani-Kurkdjian P., Grimont F., Martin-Schaller R., De Valk H., Vernozy-Rozand C. (2006). *Escherichia coli* O157 outbreak associated with fresh unpasteurized goats' cheese. *Epidemiology and infection* 134(1): 143-146.

Espie E. & Vaillant V. (2005). International outbreak of *Salmonella* Stourbridge infection, April- July 2005: results of epidemiological, food and veterinary investigations in France. *Euro surveillance* 10(8): E050811.3.

Evira (2011). Usein kysyttyä tinkimaidosta. Saatavilla: http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/alkutuotanto/elaimista_saatavat_elintarvikkeet/maito/usein_kysyttya_tinkimaidosta

Evira (2009). Eläintaudit Suomessa 2009, Eviran julkaisuja 8/2010; 44 s.

Faith NG, Shere JA, Brosch R, Arnold KW, Ansay SE, Lee M-S, Luchansky JB, Kaspar CW. (1996). Prevalence and clonal nature of *Escherichia coli* O157:H7 on dairy farms in Wisconsin. *Applied and Environmental Microbiology* 62: 1519-1525.

FASFC (2011). Wetenschappelijk comite van het federaal agentschap voor de veiligheid van de voedselketen. Advies 15-2011. Betreft: Evaluatie van de risico's en baten van de consumptie van rauwe koemelk en het effect van thermische behandeling van rauwe melk op deze risico's en baten (dossier Sci Com 2010/25, eigen initiatief). Advies goedgekeurd op 27/10/2011.

FASFC (2009a). Automaten voor de distributie van rauwe melk: hygiëne-eisen / Distributeurs automatiques de lait cru : exigences en matière d'hygiène. Saatavilla http://www.favv.be/sp/pa-pa/_documents/2009-11-16_bijlageomzendbriefeisenmelkautomaten_NL.pdf ja http://www.favv.be/sp/pa-pa/_documents/2009-11-16_bijlageomzendbriefeisenmelkautomaten_FR.pdf

FASFC (2009b). Omzendbrief aan de operatoren die rauwe melk verkopen via een melkautomaat. / Circulaire aux opérateurs qui vendent du lait cru par le biais d'un distributeur automatique de lait. Saatavilla: http://www.favv-afsca.fgov.be/sp/pa-pa/_documents/2009-12-02_omzendbriefmelkautomatenhygienevereisten_NL.pdf & http://www.favv.be/sp/pa-pa/_documents/2009-11-16_omzendbriefmelkautomatenhygienevereisten_FR.pdf.

FSA, Food Standards Agency. (2011). FSA proposes changes to dairy farm inspections. EU Food Law: January 28, 2011. Saatavilla: www.twitter.com/EUFoodLaw.

Fossler C.P., Wells S.J., Kaneene J.B., Ruegg P.L., Warnick L.D., Bender J.B., Eberly L.E., Godden S.M., Halbert L.W. (2005). Herd-level factors associated with isolation of salmonella in a multi-state study of conventional and organic dairy farms.

Fox E., O'Mahony T., Clancy M., Dempsey R., O'Brien M., Kieran J. (2009). *Listeria monocytogenes* in the Irish Dairy Farm Environment. *Journal Of Food Protection* 72(7): 1450-1456.

Fødevarestyrelsen. (2008). Bekendtgørelse om fødevarehygiejne, BEK nr 788 af 24/07/2008 Gældende.

Fredriksson-Ahomaa M., Korkeala H. (2003). Low Occurrence of Pathogenic *Yersinia enterocolitica* in Clinical, Food, and Environmental Samples: a Methodological Problem. *Clinical Microbiology Reviews* 16(2): 220-229.

Gautam R., Bani-Yaghoub M., Neill W.H., Dopfer D., Kaspar C., Ivanek R. (2011). Modeling the effect of seasonal variation in ambient temperature on the transmission dynamics of a pathogen with a free-living stage: Example of *Escherichia coli* O157:H7 in a dairy herd. *Preventive veterinary medicine* 102(1): 10-21.

Giezendanner N., Myer B., Gort M., Müller P., Zweifel C. (2009). Raw milk-associated *Staphylococcus aureus* intoxication in children. *Schweiz Arch Tierheilkd* 151(7): 329-331.

Haeghebaert S., Sulem P., Deroudille L., Vanneroy-Adenot E., Bagnis O., Bouvet P., Grimont F., Brisabois A., Le Querrec F., Hervy C., Espie E., de Valk H., Vaillant V. (2003). Two outbreaks of *Salmonella enteritidis* phage type 8 linked to the consumption of Cantal cheese made with raw milk, France, 2001. *Euro surveillance* 8(7): 151-156.

Hakkinen M. (2010). Finnish cattle as reservoir of *Campylobacter* spp. Helsingin yliopisto, eläinlääketieteellinen tiedekunta. Väitöskirja.

Hakkinen M., Hänninen M-L. (2009). Shedding of *Campylobacter* spp. in Finnish cattle on dairy farms. *Journal of Applied Microbiology* 107: 898-905.

Hakkinen M., Heiska H., Hanninen M.L. (2007). Prevalence of *Campylobacter* spp. in cattle in Finland and antimicrobial susceptibilities of bovine *Campylobacter jejuni* strains. *Applied and Environmental Microbiology* 73(10): 3232-3238.

Hallanvuori S. (2009). Foodborne *Yersinia* Identification and molecular epidemiology of isolates from human infections. Helsingin yliopisto, maatalous- ja metsätieteellinen tiedekunta. Väitöskirja.

Hancock D.D., Besser T.E., Rice D.H., Ebel E.D., Heriott D.E., Carpenter L.V. (1998). Multiple sources of *Escherichia coli* O157 in feedlots and dairy farms in the Northwestern USA. *Preventive Veterinary Medicine* 35: 11-19.

Hatakka M. & Halonen H. (2000). Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 1999. Elintarvikeviraston julkaisuja 7/2000; Edita ExpressHelsinki; 27 s. + liitt.

Haveri M., Hovinen M., Roslöf A., Pyörälä S. (2008). Molecular Types and Genetic Profiles of *Staphylococcus aureus* Strains Isolated from Bovine Intramammary Infections and Extramammary Sites. *Journal of Clinical Microbiology* 46(11): 3728-3735.

Heuvelink A.E., van Heerwaarden C., Zwartkruis-Nahuis A., Tilburg J.J., Bos M.H., Heilmann F.G., Hofhuis A., Hoekstra T., de Boer E. (2009). Two outbreaks of *Campylobacteriosis* associated with the consumption of raw cows' milk. *International journal of food microbiology* 134(1-2): 70-74.

House JK, Smith BP. (2004). Profitable strategies to control salmonella in dairy cattle. Teoksessa: 23th World Buiatrics Congress, Quebec, Canada.

Hovinen M., Pyörälä S. (2011). Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. *Journal of Dairy Science* 94(2): 547-562.

Hovinen M., Rasmussen M.D., Pyörälä S. (2009). Udder health of cows changing from tie stalls or free stalls with conventional milking to free stalls with either conventional or automatic milking. *Journal of Dairy Science* 92(8): 3696-3703.

Husu J. (1990). Epidemiological studies on the occurrence of *Listeria monocytogenes* in the feces of dairy cattle. *Zentralbl Veterinarmed* 37(4): 276-282.

Huuskonen M., Revez J., Lindström M., Hänninen M. (2011). *Kampylobakteerien ja arkobakteerien esiintyminen raakamaidossa*. Eläinlääkäripäivät, luentokokooma 2011; Fennovet Oy; Hakapaino; Helsinki; s. 282-283.

Hänninen M.L. & Raevuori M. (1981). Occurrence of *Campylobacter fetus* subsp. jejuni and *Yersinia enterocolitica* in domestic animals and in some foods of animal origin in Finland. *Nordisk veterinærmedicin* 33(9-11): 441-445.

Jacobs-Reitsma W. (2008). *Campylobacter* in the food supply. Teoksessa: *Campylobacter*; Toim. Nachamkin I., Szymanski C.M. & Blaser M-J.; ASM Press; Washington USA; s. 467-482.

Jayarao B.M., Donaldson S.C., Straley B.A., Sawant A.A., Hegde N.V., Brown J.L. (2006). A survey of foodborne pathogens in bulk tank milk and raw milk consumption among farm families in pennsylvania. *Journal of dairy science* 89(7): 2451-2458.

Jorritsma R., Hofste G.T. (2011). Risk factors for persistent presence of salmonella antibodies in bulk tank milk. *Tijdschr Diergeneeskde* 136 (12): 862-6.

Jørgensen H.J., Mathisen T., Løvseth A., Omoe K., Qvale K.S., Loncarevic S. (2005a). An outbreak of staphylococcal food poisoning caused by enterotoxin H in mashed potato made with raw milk. *FEMS Microbiology Letters* 252(2):267-72.

Jørgensen H.J., Mørk T., Rørvik L.M. (2005b). The occurrence of *Staphylococcus aureus* on a farm with small-scale production of raw milk cheese. *Journal of Dairy Science* 88(11): 3810-3817.

Jørgensen H.J., Mørk T., Høgåsen H.R., Rørvik L.M. (2005c). Enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* in bulk milk in Norway. *Journal of Applied Microbiology* 99(1): 158-166.

Kudva I.T., Blanch K., Hovde C.J. (1998). Analysis of *Escherichia coli* O157:H7 survival in ovine or bovine manure and manure slurry. *Applied and Environmental Microbiology* 64(9): 3166-3174.

Kuronen H., Johansson T., Hakola S., Tuominen P., Siitonen A. (2010). *Salmonella*. Julkaisussa: Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat, Eviran julkaisu 1/2010; Toim. Hallanvuo S. ja Johansson T.; Helsinki; s. 67-77.

Kuusi M., Lahti E., Virolainen A., Hatakka M., Vuento R., Rantala L., Vuopio-Varkila J., Seuna E., Karppelin M., Hakkinen M., Takkinen J., Gindonis V., Siponen K., Huotari K. (2006). An outbreak of *Streptococcus equi* subspecies zooepidemicus associated with consumption of fresh goat cheese. *BMC infectious diseases* 6: 36.

Lahti E., Keskimäki M., Rantala L., Hyvönen P., Siitonen A., Honkanen-Buzalski T. (2001). Occurrence of *Escherichia coli* O157 in Finnish cattle. *Veterinary microbiology* 79(3): 239-251.

Larsen H.D., Huda A., Eriksen N.H.R., Jensen N.E. (2000). Differences between Danish bovine and human *Staphylococcus aureus* isolates in possession of superantigens. *Veterinary Microbiology* 76: 153-162.

Latorre A.A., Van Kessel J.S., Karns J.S., Zurakowski M.J., Pradhan A.K., Boor K.J., Jayarao B.M., Houser B.A., Daugherty C.S., Schukken Y.H. (2010). Biofilm in milking equipment on a dairy farm as a potential source of bulk tank milk contamination with *Listeria monocytogenes*. *Journal of Dairy Science* 93: 2792-2802.

Latorre A.A., Van Kessel J.S., Karns J.S., Zurakowski M.J., Pradhan A.K., Zadoks R.N., Boor K.J., Schukken Y.H. (2009). Molecular ecology of *Listeria monocytogenes*: Evidence for a reservoir in Milking Equipment on a Dairy Farm. *Applied and Environmental Microbiology* 75(5): 1315-1323.

LeJeune J.T., Hancock D., Wasteson Y., Skjerve E., Urdahl A.M. (2006). Comparison of *E. coli* O157 and Shiga toxin-encoding genes (stx) prevalence between Ohio, USA and Norwegian dairy cattle. *International journal of food microbiology* 109(1-2): 19-24.

Le Loir Y., Baron F., Gautier M. (2003). *Staphylococcus aureus* and food poisoning. Review. *Genetics and Molecular Research* 2: 63-76.

Lighton L, Mellanby A, O'Brien S, Smith H. (2000). Outbreaks of VTEC O157 infection linked to consumption of unpasteurised milk. *Eurosurveillance* 4(23):pii=1590.

Lindström M. (2012) Tautia aiheuttavien bakteerien esiintyminen Suomessa tuotetussa raakamaidossa. Helsingin yliopisto, Eläinlääketieteellinen tiedekunta. Tutkimushankkeen loppuraportti.

LIVSFS, Livsmedelsverkets författningssamling. (2005). Livsmedelsverkets föreskrifter (LIVSFS 2005:20) om livsmedelshygien. Numero: LIVSFS 2005:20, Julkaisupäivämäärä: 20/12/2005, Voimaantulopäivä: 01/01/2006; Viite: (MNE(2006)52472).

Loncarevic S., Jørgensen H.J., Løvseth A., Mathisen T., Rørvik L.M. (2005). Diversity of *Staphylococcus aureus* enterotoxin types within samples of raw milk and raw milk products. *Journal of Applied Microbiology* 98: 344-350.

Losinger WC, Wells SJ, Garber LP, Hurd HS, Thomas LA. (1995). Management factors related to *Salmonella* shedding by dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 78: 2464-2472.

Lundén J. (2004). Persistent *Listeria monocytogenes* contamination in food processing plants. Helsingin yliopisto, eläinlääketieteellinen tiedekunta. Väitöskirja.

Lundén J., Tolvanen R., Korkeala H. (2004). Human Listeriosis Outbreaks Linked to Dairy Products in Europe. *Journal of dairy science* 87, Supplement(0): E6-E12.

Lyytikäinen O., Autio T., Maijala R., Ruutu P., Honkanen-Buzalski T., Miettinen M., Hatakka M., Mikkola J., Anttila V.J., Johansson T., Rantala L., Aalto T., Korkeala H., Siitonen A. (2000). An outbreak of *Listeria monocytogenes* serotype 3a infections from butter in Finland. *The Journal of infectious diseases* 181(5): 1838-1841.

Magnusson M., Christiansson A., Svensson B. (2007). *Bacillus cereus* spores during housing of dairy cows: factors affecting contamination of raw milk. *Journal of dairy science* 90(6): 2745-2754.

Maitohygienialiitto (2012a). Tilastot. Saatavilla: <http://www.maitohygienialiitto.fi/tilastot/maidon-laatu-erikokoisilla-tiloilla>. Noudettu 6.2.2012.

Maitohygienialiitto (2012b). Tilastot. Saatavilla: <http://www.maitohygienialiitto.fi/tilastot/automaattilypsytilojen-maidon-laatu>. Noudettu 6.2.2012.

Maitohygienialiitto (2011). Tilastot. Saatavilla: http://www.maitohygienialiitto.fi/laatu_E-luokan_os_03.html. <http://www.maitohygienialiitto.fi/tilastot>. Noudettu 8.9.2011.

Manninen E, Nyman K. (2005). Maidon itiöpitoisuus alas. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus julkaisu. Saatavilla: <http://www.mtt.fi/julkaisut/maitokoneet/Maidon%20itiopitoisuus%20alas.pdf>

Meriluoto M. (2009). Lypsytekniikan ja vuodenajan vaikutus raakamaidon mikrobiologiseen laatuun. Metropolia ammattikorkeakoulu, bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma . Insinööriyö.

Ministero della Salute. (2012). Nota del Ministero della salute 27.3.2012: Segnalazione casi di sindrome emolitico-uremica pediatrica da probabile consumo di latte crudo. Saatavilla: <http://www.governo.it/backoffice/allegati/67375-7571.pdf>

McNally A., Cheasty T., Fearnley C., Dalziel R.W., Paiba G.A., Manning G., Newell D.G. (2004). Comparison of the biotypes of *Yersinia enterocolitica* isolated from pigs, cattle and sheep at slaughter and from humans with yersiniosis in Great Britain during 1999-2000. *Letters in applied microbiology* 39(1): 103-108.

Mendez Martinez C., Paez Jimenez A., Cortes-Blanco M., Salmoral Chamizo E., Mohedano Mohedano E., Plata C., Varo Baena A., Martiinez Navarro F. (2003). Brucellosis outbreak due to unpasteurized raw goat cheese in Andalucia (Spain), January - March 2002. *Euro surveillance* 8(7): 164-168.

MMM, Maa- ja metsätalousministeriö. (2011). Maidon suoramyyntitilojen lukumäärät ja suoramyyntikiintiöt sekä suoramyynnin toteutunut määrä vuosina 2003 – 2010. Maa- ja metsätalousministeriön tilastot, 23.1.2011.

MMM, Maa- ja metsätalousministeriö. (1994). The Finnish Salmonella Control Programmes for Live Animals, Eggs and Meat. Suomen Maa- ja metsätalousministeriö, elintarvike- ja terveysosasto, Helsinki. 10. Elokuu 1994.

Nielsen E.M. (2002). Occurrence and strain diversity of thermophilic *Campylobacters* in cattle of different age groups in dairy herds. Letters in Applied Microbiology 35: 85-89.

Nielsen L.R., Baggesen D.L., Aabo S., Moos M.K., Rattenborg E. (2011). Prevalence and risk factors for *Salmonella* in veal calves at Danish cattle abattoirs. Epidemiology and Infection 139: 1075-1080.

Nielsen E.M., Tegtmeier C., Andersen H.J., Gronbaek C., Andersen J.S. (2002). Influence of age, sex and herd characteristics on the occurrence of Verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 in Danish dairy farms. Veterinary microbiology 88(3): 245-257.

Nielsen T.D., Vesterbæk I.L., Kudahl A.B., Borup K.J., Nielsen L.R. (2012). Effect of management on prevention of *Salmonella Dublin* exposure of calves during a one-year control programme in 84 Danish dairy herds. Preventive Veterinary Medicine 105: 101-109.

Nielsen L.R., Warnick L.D., Greiner M. (2007). Risk factors for changing test classification in the Danish surveillance program for *Salmonella* in dairy herds. Journal of Dairy Science 90: 2815-2825.

Nightingale K.K., Fortes E.D., Ho A.J., Schukken Y.H., Grohn Y.T., Wiedmann M. (2005). Evaluation of farm management practices as risk factors for clinical listeriosis and fecal shedding of *Listeria monocytogenes* in ruminants. Journal of The American Veterinary Medical Association 227(11): 1808-1814.

Niskanen T., Johansson T., Kuusi M., Raahenmaa M., Siitonen A., Tuominen P. (2006). Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2005. Eviran julkaisuja 2/2006; Edita Prima; Helsinki; 52 s.

Niskanen T., Korhonen T., Siitonen A., Johansson T., Miettinen I. (2010). Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2007. Elintarviketurvallisuusviraston julkaisuja 13/2010; Elintarviketurvallisuusvirasto Evira, Virastopalveluyksikkö; Helsinki; 62 s.

Nygård K., Andersson Y., Røttingen J.A., Svensson Å., Lindbäck J., Kistemann T., Giesecke J. (2004). Association between environmental risk factors and *Campylobacter* infections in Sweden. Epidemiology and infection 132(2): 317-325.

Ogden I.D., MacRae M., Strachan N.J. (2004). Is the prevalence and shedding concentrations of *E. coli* O157 in beef cattle in Scotland seasonal? FEMS microbiology letters 233(2): 297-300.

Oliver S.P., Boor K.J., Murphy S.C., Murinda S.E. (2009). Food safety hazards associated with consumption of raw milk. Foodborne Pathogens and Disease 6: 793-806.

Oliver S.P., Murinda S.E., Nguyen L.T., Nam H.M., Almeida R.A., Headrick S.J. (2005). On-Farm sources of foodborne pathogens: Isolation from the dairy environment. Mastitis in dairy production 665-670.

Orr K.E., Lightfoot N.F., Sisson P.R., Harkis B.A., Tweddle J.L., Boyd P., Carroll A., Jackson C.J., Wareing D.R., Freeman R. (1995). Direct milk excretion of *Campylobacter jejuni* in a dairy cow causing cases of human enteritis. Epidemiology and Infection 114(1): 15-24.

Ostyn A., De Buyser M.L., Guillier F., Groult J., Félix B., Salah S., Delmas G., Hennekinne J.A. (2010). First evidence of a food poisoning outbreak due to *staphylococcal* enterotoxin type E, France, 2009. Euro Surveill 2010; 15(13):pii=19528.

Paiba G.A., Wilesmith J.W., Evans S.J., Pascoe S.J., Smith R.P., Kidd S.A., Ryan J.B., McLaren I.M., Chappell S.A., Willshaw G.A., Cheasty T., French N.P., Jones T.W., Buchanan H.F., Challoner D.J., Colloff A.D., Cranwell M.P., Daniel R.G., Davies I.H., Duff J.P., Hogg R.A., Kirby F.D., Millar M.F., Monies R.J., Nicholls M.J., Payne J.H. (2003). Prevalence of faecal excretion of verocytotoxigenic *Escherichia coli* O157 in cattle in England and Wales. The Veterinary record 153(12): 347-353.

Pell A.N. (1997). Manure and microbes: public and animal health problem? Journal of Dairy Science 80: 2673-2681.

Perko T. (2011). Kohti EU:n parasta maitoa - Maitohygienialiiton historia. Maitohygienialiitto ry, Helsinki; Tallinna Raamatutrükikoja OÜ.

Pulkkinen H., Ruusunen M., Fredriksson-Ahomaa M., Lindström M. (2011). Raakamaidon hygieeninen laatu Suomessa, poster. Luentokokoelmasa: Eläinlääkäripäivät 30.11. – 2.12.2011; Fennovet; Helsinki; s. 305 - 306.

Pitkälä A., Haveri M., Pyörälä S., Myllys V., Honkanen-Buzalski T. (2004). Bovine mastitis in Finland 2001--prevalence, distribution of bacteria, and antimicrobial resistance. Journal of dairy science 87(8): 2433-2441.

Rea M.C., Cogan T.M., Tobin S. (1992). Incidence of pathogenic bacteria in raw milk in Ireland. The Journal of applied bacteriology 73(4): 331-336.

Reintjes R., van Treeck U., Oehler M., Petruschke N. (1999). Ein Ausbruch von *Campylobacter*-Enteritis in Nordrhein-Westfalen. Epidemiologisches Bulletin 43:317-320.

Salonen M., Hellström S., Lindström M., Fredriksson-Ahomaa M. (2011). Ihmisille tautia aiheuttavien bakteerien esiintyminen lehmän raakamaidossa. Eläinlääkäripäivät, luentokokoelma 2011; Fennovet Oy; Hakapaino; Helsinki; s. 314-315.

Salovuori H., Ronkainen P., Heino A., Suokannas A., Ryhänen E.-L. (2005). Introduction of automatic milking system in Finland: effect on milk quality. *Agricultural and Food Science* 14 (4): 346-353.

Schildt M., Savolainen S., Hänninen M.-L. (2006). Long-lasting *Campylobacter jejuni* contamination of milk associated with gastrointestinal illness in a farming family. *Epidemiology and Infection* 134: 401-405.

Schoder D., Melzner D., Schmalwieser A., Zangana A., Winter P., Wagner M. (2011). Important vectors for *Listeria monocytogenes* transmission at farm dairies manufacturing fresh sheep and goat cheese from raw milk. *Journal of food protection* 74(6): 919-924.

Schouten J.M., Graat E.A.M., Frankena K., van Giessen A.W., van der Zwaluw W.K., de Jong M.C.M. (2005). A longitudinal study of *Escherichia coli* O157 in cattle of a Dutch dairy farm and in the farm environment. *Veterinary Microbiology* 107: 193-204.

Schouten J.M., Bouwknegt M., van de Giessen A.W., Frankena K., De Jong M.C., Graat E.A. (2004). Prevalence estimation and risk factors for *Escherichia coli* O157 on Dutch dairy farms. *Preventive veterinary medicine* 64(1): 49-61.

Shwimmer A., Freed M., Blum S., Khatib N., Weissblit L., Friedman S., Elad D. (2007). Mastitis caused by *Yersinia pseudotuberculosis* in Israeli dairy cattle and public health implications. *Zoonoses and public health* 54(9-10): 353-357.

Slaghuis B.A., Te Giffel M.C., Beumer R.R., Andre G. (1997). Effect of pasturing on the incidence of *Bacillus cereus* spores in raw milk. *International Journal of Dairy Science* 7: 201-205.

Stanley K.N., Wallace J.S., Currie J.E., Diggle P.J., Jones K. (1998). The seasonal variation of thermophilic *Campylobacters* in beef cattle, dairy cattle and calves. *Journal of Applied Microbiology* 85: 472-480.

Suojala L., Pohjanvirta T., Simojoki H., Myllyniemi A.L., Pitkala A., Pelkonen S., Pyöralä S. (2011). Phylogeny, virulence factors and antimicrobial susceptibility of *Escherichia coli* isolated in clinical bovine mastitis. *Veterinary microbiology* 147(3-4): 383-388.

Svensson B., Montha'n A., Shaheen R., Andersson M.A., Salkinoja-Salonen M., Christiansson A. (2006). Occurrence of emetic toxin producing *Bacillus cereus* in the dairy production chain. *International Dairy Journal* 16: 740-749.

Talley J.L., Wayadande A.C., Wasala L.P., Gerry A.C., Fletcher J., DeSilva U., Gilliland S.E. (2009). Association of *Escherichia coli* O157:H7 with filth flies (Muscidae and Calliphoridae) captured in leafy greens fields and experimental transmission of *E. coli* O157:H7 to spinach leaves by house flies (Diptera: Muscidae). *Journal of food protection* 72(7): 1547-1552.

Thurm V., Stark R., Maede D., Fanghaehnel S., Berger W., Knobloch H., Lange D. (2000). Raw milk as a source of foodborne *Campylobacter* infections. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 43(10): 777-780.

The Food Hygiene (England) Regulations. (2006). Schedule 4 temperature control requirements. Saatavilla: <http://www.legislation.gov.uk/uksi/2006/14/schedule/4/made>.

The Food Hygiene (Wales) Regulations. (2006). Schedule 4 temperature control requirements. Saatavilla: <http://www.legislation.gov.uk/wsi/2006/31/schedule/4/made>.

Tike (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus). (2011). Matilda maataloustilastot. Saatavilla: <http://www.maataloustilastot.fi/>. Noudettu 15.11.2011.

Tzaneva V., Ivanova S., Georgieva M., Tasheva E. (2009). Investigation of the spread of brucellosis among human and animal populations in southeastern Bulgaria, 2007. *Euro surveillance* 14(17): 19187.

van Cauteren D., Jourdan-da Silva N., Weill F.X., King L., Brisabois A., Delmas G., Vaillant V., de Valk H. (2009). Outbreak of *Salmonella enterica* serotype Muenster infections associated with goat's cheese, France, March 2008. *Euro surveillance* 14(31): 19290.

van den Brandhof W., Wagenaar J., van den Kerkhof H. (2004). An outbreak of *Campylobacteriosis* after drinking uppasteurized milk, 2002, The Netherlands. *International Journal of Medical Microbiology* 293:142.

Van Duynhoven Y. (2009). A prolonged outbreak of *Salmonella Typhimurium* infection related to an uncommon vehicle: hard cheese made from raw milk. *Epidemiology and infection* 137(11): 1548-1557.

Vissers M. (2007). Modeling to control spores in raw milk. Wageningen University, 144 s.

Waak E., Tham W., Danielson-Tahm M-L. (2002). Prevalence and Fingerprinting of *Listeria monocytogenes* Strains Isolated from Raw Whole Milk in Farm Bulk

Tanks and in Dairy Plant Receiving Tanks. *Applied and Environmental Microbiology* 68(7): 3366-3370.

Wang G. & Doyle M.P. (1998). Survival of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in water. *Journal of food protection* 61(6): 662-667.

Warnick L.D., Kanistanon K., McDonough P.L., Power L. (2003). Effect of previous antimicrobial treatment on fecal shedding of *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serogroup B in New York dairy herds with recent clinical salmonellosis. *Preventive veterinary medicine* 56(4): 285-297.

Weber M.F., van Schaik G., Veling J., Lam T.J.G.M. (2009). Control of *Salmonella spp.* in dairy herds: effect of a culling-strategy for carriers. Teoksessa: Proceedings of the 12th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics (ISVEE), Durba, South Africa.

Wells J.G., Shipman L.D., Greene K.D., Sowers E.G., Green J.H., Cameron D.N., Downes F.P., Martin M.L., Griffin P.M., Ostroff S.M. (1991). Isolation of *Escherichia coli* serotype O157:H7 and other Shiga-like-toxin-producing *E. coli* from dairy cattle. *Journal of clinical microbiology* 29(5): 985-989.

Wilson J.B., McEwen S.A., Clarke R.C., Leslie K.E., Wilson R.A., Waltner-Toews D., Gyles C.L. (1992). Distribution and characteristics of verocytotoxigenic *Escherichia coli* isolated from Ontario dairy cattle. *Epidemiology and infection* 108(3): 423-439.

Zagrebneviene G., Jasulaitiene V., Morkunas B., Tarbunas S., Ladygaite J. (2005). *Shigella sonnei* outbreak due to consumption of unpasteurised milk curds in Vilnius, Lithuania, 2004. *Euro surveillance* 10(12): E051201.3.

Zampieri G., Bagattella D., Berni F. (2011). La vendita di latte crudo in Veneto. Raportissa: Veneto Agricoltura. Azienda Regionale per i Settori Agricolo Forestale e Agroalimentare. Settore Studi Economici, Viale dell'Università, 14 - Agripolis - 35020 Legnaro (Pd). Saatavilla: http://www.venetoagricoltura.org/upload/File/osservatorio_economico/NEWSLETTER/LATTE%20CRUDO%20in%20Veneto.pdf

Zoonosikeskus. (2011). Zoonoosit Suomessa 2000-2010. Zoonosikeskusryhmä (toim.);Helsinki; 88s.

Zucali M., Bava L., Tamburini A., Brasca M., Vanoni L., Sandrucci A. (2011). Effects of season, milking routine and cow cleanliness on bacterial and somatic cell counts of bulk tank milk. *Journal of Dairy Research* 78: 436-441.

Liite 1

Maidon mikrobiologiset vaarat

Maidon välityksellä leviävät mikrobiologiset vaarat voivat olla bakteereita, viruksia, mikrosieniä ja loisia. Suomessa merkittävimpinä pidettyjä zoonootisia (eläinten ja ihmisten välillä tarttuvaa) ruokamyrkytysbakteereita ovat salmonella, kampylobakteeri, yersinia, EHEC ja *L. monocytogenes* (Hallanvuori ja Johansson 2010). Maidon biologiset vaarat -hankkeen asiantuntijoiden mielestä ja tutkittuun tietoon perustuen varteenotettavia ovat edellä mainittujen mikrobien lisäksi myös *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Cryptosporidium* spp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* ja *Streptococcus equi* ssp. *zooepidemicus*. Lisäksi pohdittiin mm. bruselloosin ja tuberkuloosin mahdollisuutta lypsykarjoissa, joiden hoitajat vierailevat alueilla ja tiloilla, joilla kyseiset bakteerit ovat mahdollisia.

Bakteerit

Bacillus spp.

Bacillus cereus -bakteereja esiintyy yleisesti ympäristössä ja siten myös elintarvikkeissa (EFSA 2005a). Ne ovat sopeutuneet elämään myös nisäkkäiden ja hyönteisten suolistossa (Stenfors Arnesen ym. 2008). Lisäksi ne pystyvät kiinnittymään pintoihin ja muodosta-

maan saastumislähteenä toimivia biofilmejä esim. meijerien tuotantolaitteisiin (Kotiranta ym. 2000).

Bacillus -bakteerit sietävät hyvin epäedullisia olosuhteita kuten kuivuutta, korkeaa lämpötilaa ja ravinnon puutetta, koska ne pystyvät muodostamaan itiöitä. *Bacillus* -suvun yleisin ruokamyrkytyksen aiheuttaja on *B. cereus* -bakteeri, joka pystyy kasvamaan sekä hapellisissa että hapettomissa olosuhteissa (Rajkowski ja Bennett 2003), lämpötila-alueella 4 - 48 °C (optimi 30 - 37 °C) (EFSA 2005a) sekä pH-alueella 4,9 - 9,3 (Rajkowski ja Bennett 2003). Pastörintikaan ei tuhoa kaikkia *B. cereus* -itiöitä.

Jotkin *B. cereus* -kannat aiheuttavat ruokamyrkytyksiä tuottamalla toksineja, joista jotkin aiheuttavat ripulia ja jotkin oksentelua. Ripulitoksiinit (enterotoksiinit) muodostuvat ohutsuolessa aiheuttaen ripulia, pahoinvointia ja vatsakipua; oireet alkavat yleensä noin 8 - 16 tunnin kuluttua ruokailusta ja kestävät 12 - 24 tuntia (Rajkowski ja Bennett 2003). Oksennustoksiinit (emeettiset kereulidit) muodostuvat jo ruoassa, ja niiden aiheuttamat oireet alkavat yleensä jo 1 - 5 (keskimäärin 3) tunnin kuluttua toksiinia sisältävän elintarvikkeen nauttimisesta. Seurauksena on oksentelua ja pahoinvointia, joka kestää noin 6 - 24 tuntia (Rajkowski ja Bennett 2003).

Oksennustoksiinia muodostavat kannat eivät yleensä pysty tuottamaan toksineja alle 10 °C:ssa (EFSA 2005a). Matalia lämpötiloja (4 - 5 °C) sietävät ripulitoksiinia muodostavat kannat eivät ole keskeisiä ruokamyrkytysten aiheuttajia, sillä ne eivät pysty muodostamaan riittävästi toksineja siinä ajassa kun ne kulkeutuvat lämpimän (37 °C) ohutsuolen läpi. Ripulitoksiinit tuhoutuvat kuumentamalla, mutta oksennustoksiinit eivät tuhoudu edes 90 minuutissa 126 °C:ssa. Tartunnan voi aiheuttaa 100 000 - 100 000 000 (10⁵ - 10⁸) pmy/g *B. cereus* -pitoisuus, mutta pienemmätkin pitoisuudet ovat aiheuttaneet sairastumisia (EFSA 2005a). Maitoon ja maitotaloustuotteisiin on yhdistetty useammin ripuli- kuin oksennustoksiinia tuottavia kantoja (Granum ja Lund 1997). *B. cereus* -bakteerin aiheuttama tartunta ei kuulu tartuntatautiasetuksen 786/1986 mukaan seurattaviin yleisvaarallisiin tartuntatauteihin, joten sen aiheuttamia tartuntoja ei tilastoida tartuntatautirekisteriin.

B. cereus -ruokamyrkytyksiin johtaneita elintarvikkeiden käsittelyvirheitä ovat tyypillisesti ruoan liian hidas jäähdytys, ja/tai riittämätön kuumennus (alle 70 °C) ennen tarjoilua sekä ruoan liian alhainen tarjoilulämpötila (alle 60 °C). Jotta *B. cereus* -bakteerien kasvu elintarvikkeissa olisi mahdollisimman vähäistä, niitä pitäisi säilyttää alle 7 - 8 °C:ssa (ideaalilanteessa alle 4 °C:ssa) (EFSA 2005a).

B. cereus -bakteerin lisäksi ruokamyrkytyksiä aiheuttaneita *Bacillus* -lajeja ovat *B. licheniformis*, *B. subtilis* ja *B. pumilus* (EFSA 2005a). Myös nämä muut lajit muodostavat itiöitä, mutta niiden toksinit tunnetaan huonosti. Näiden bakteerien ruokamyrkytysten oireina on ollut oksentelu ja/tai ripuli. Ruokamyrkytyksen edellyttämä bakteeripitoisuus on ollut korkea (yli 1 000 000 solua/itiötä per gramma elintarviketta) (EFSA 2005a).

***Campylobacter* spp.**

Kampylobakteeri on tärkein suolistoinfektioiden aiheuttajabakteeri niin Suomessa kuin muissakin EU-maissa (THL 2010, EFSA 2010a). Lämpökestoista kampylobakteereista ovat *Campylobacter jejuni* (80 - 90 % infektiosta) ja *Campylobacter coli* (5 - 10 %) tärkeimpiä ihmisille tautia aiheuttavia patogeeneja (Hu ja Kopecko 2003).

Kampylobakteerit ovat aina ulosteperäisiä ja niitä on todettu mm. raa'assa broilerin- (pääasiallinen lähde), naudan- ja sianlihassa (Hu ja Kopecko 2003). Kampylobakteerin kantajina voivat toimia broilerin, nautojen ja sikojen lisäksi myös lampaat, koirat, kissat ja linnut. Kärpäset voivat levittää tartuntaa mm. ympäristöstä broilerihalleihin (Hald ym. 2007) sekä eläimistä ihmisten ruokaan (Rosef ja Kapperuf 1983). Kampylobakteerit voivat levitä myös ihmisestä ihmiseen sekä ihmisestä elintarvikkeisiin (EFSA 2010a). Raakamaidon nauttimista pidetään kampylobakteerin aiheuttaman suolistotulehduksen kampylobakterioosin tärkeänä riskitekijänä (Studahl ja Andersson 2000).

Lämpökestoiset kampylobakteerit ovat mikroaerofiilisiä eli tarvitsevat vain hie-man happea (3 - 15 %, ilman happipitoisuus on liian korkea) kasvaakseen. Lämpökestoisten kampylobakteerien optimikasvulämpötila on 42 °C (Hu ja Kopecko 2003) ja ne eivät pysty kasvamaan alle 30 °C:ssa (Jacobs-Reitsma 2008). *C. jejuni* -bakteerit säilyvät kuitenkin hengissä jääkaapissa (Hazeleger ym. 1998). Kampylobakteerit ovat myös herkkiä happamuudelle, joten ne kuolevat nopeasti mahahappojen vaikutuksesta, jollei niitä ympäröivä elintarvike esim. maito suojaa niitä hapoilta (Hu ja Kopecko 2003).

Lämpökestoisten kampylobakteerien infektioannos on pieni, 50 - 500 bakteerisolua (Hu ja Kopecko 2003). Kampylobakteereiden aiheuttaman

suolistotulehduksen eli kampylobakteerioosin oireina ovat ripuli, kuume, päänsärky, pahoinvointi ja kovat vatsakivut. Taudin oireet alkavat keskimäärin 3 vuorokauden (1 - 7 vrk) kuluttua infektion saamisesta, ja akuuttitulehdusvaihe kestää noin 3 vrk. Suurin osa sairastuneista paranee taudista itsestään viikon kuluessa, mutta hoitamattomilla potilailla voi erittyä kampylobakteereja ulosteeseen vielä kolmen viikon ajan. Sairastuneista 5 - 10 % tarvitsee sairaalahoitoa ja kampylobakteeritartunta johtaa vain harvoin kuolemaan, lähinnä näin voi käydä vanhoilla jonkun muun sairauden heikentämällä henkilöillä. Kampylobakterioosin kroonisia jälkitauteja voivat olla reaktiivinen niveltulehdus ja Guillan-Barrén oireyhtymän (GBS) (Hu ja Kopecko 2003). GBS on äkillinen hermojuurten ohimenevä tulehdus, jossa henkilön oma immuunisysteemi tuhoaa hermosoluja aiheuttaen lihashäikkoutta ja joskus halvauksen. GBS:n oireet voivat kestää muutamasta viikosta useaan kuukauteen Suomessa todetaan vuosittain noin 50 - 100 tapausta (kaikki eivät kampylobakteerien aiheuttamia), joten tauti on harvinainen (THL 2011a). Kaikki kampylobakteeritartunnan saaneista eivät oirehdi, vaan toimivat oireettomina kantajina (Hu ja Kopecko 2003).

Kampylobakteeritartunnoilla ei ole Suomessa varsinaista riskiryhmää, mutta yleisimmin tartuntoja esiintyy alle viisi vuotiailla lapsilla ja nuorilla aikuisilla (20-29 v). Kampylobakteerien aiheuttamien suolistotulehdusten esiintymishuippu on vuosittain heinä-elokuussa, jolloin suurin osa tartunnoista on kotimaista alkuperää, mutta vuositasolla suurin osa tartunnoista on peräisin ulkomailta (Hakkinen 2010a).

Kampylobakteeri-infektioiden ilmaantuvuus on Suomessa monia muita Euroopan maita korkeampi (Hakkinen 2010b). Kampylobakteereista on tullut 2000-luvulla salmonellan sijaan yleisin suolistoinfektion aiheuttaja Suomessa. Kampy-

lobakteeritapausten ilmaantuvuudeksi on raportoitu vuodesta 1999 lähtien yli 55 tapausta/100 000 asukasta, vuonna 2010 niitä raportoitiin yhteensä 73 /100 000, joista kotimaista alkuperää oleviksi raportoitiin noin 10/100 000 (Hulkko ym. 2011, 2010). Kampylobakteeritartuntojen alkuperä on pyritty raportoimaan vuodesta 2004 alkaen, minkä perusteella kotimaisten tartuntojen on havaittu vähentyvän, mutta ulkomaista alkuperää olevien lisääntyvän. Suuntausta ei voida pitää yksiselitteisenä, koska niiden tapausten osuus, joiden alkuperä ei ole saatu selvitettyä, on jopa kolmannes kaikista raportoiduista kampylobakteeritapauksista (Hulkko ym. 2011, 2010).

Clostridium spp.

Yleisimmät ruokamyrkytyksiä aiheuttavat klostridit ovat *Clostridium botulinum* ja *Clostridium perfringens* (EFSA 2005b), joista *C. perfringens* -bakteeria pidettiin raakamaidon käytön kannalta tärkeämpänä.

C. perfringens -bakteereja esiintyy maaperässä sekä eläinten ja ihmisten ulosteissa (McClane 2003). *C. perfringens* -tyyppejä on viisi A, B, C, D ja E, joista A on klassisen ruokamyrkytyksen aiheuttaja ja C aiheuttaa harvinaista kuolioista suolistotulehdusta.

C. perfringens -bakteeri pystyy kasvaamaan hapettomissa olosuhteissa (sietää myös jonkin verran happea) ja itiöiden avulla se pystyy säilymään hengissä hyvin epäedullisissa olosuhteissa sietäen siten kuivuutta, korkeaa lämpötilaa sekä niukkaravinteisuutta (McClane 2003). Lisäksi *C. perfringens* -itiöt kestävät keittämistä. *C. perfringens* pystyy kasvamaan lämpötila-alueella 7 - 55 °C (optimi 43 - 45 °C) ja pH-alueella 5,0 - 8,3 (optimi pH 6 - 7).

Suurin osa *C. perfringens* -bakteerin vegetatiivisista soluista kuolee altistuttu-

aan mahahapoille, ohutsuoleen asti selviytyneet vegetatiivisolut lisääntyvät ja muodostavat itiöitä siellä (McClane 2003). *C. perfringens* -ruokamyrkytyksen oireet, ripulin ja kovan vatsakivun, aiheuttavat enterotoksiini, jota bakteeri tuottaa itiöidessään ihmisen ohutsuolessa (37 °C). Toksiini vaurioittaa ohutsuolen pinnan epiteelisoluja, mistä oireet johtuvat (EFSA 2005b). Oireet alkavat yleensä 8 - 24 tunnin kuluttua ruoan nauttimisesta ja ne kestävät yleensä 12 - 48 tuntia. Ruokamyrkytyksestä parannutaan yleensä ilman erityistä hoitoa. Oireiltaan vakavamman ruokamyrkytyksen voivat saada vanhukset ja vastustuskyvyltään heikentyneet, jotka voivat menehtyä siihen. Oireita aiheuttaneissa ruoissa on bakteerin pitoisuutena yleensä ollut 10^6 - 10^7 pmy/g. *C. perfringens* -bakteerin infektiivinen annos on noin 10^8 vegetatiivista enterotoksiinia tuottavaa solua (EFSA 2005b).

C. perfringens -bakteeri on ollut Suomessa yleisin bakteeriperäisten ruokamyrkytysten aiheuttaja, mutta viime vuosina niiden määrä on vähentynyt (Heikinheimo 2010). *C. perfringens* -bakteerin aiheuttama tartunta ei kuulu tartuntatautiasetuksen 786/1986 mukaan seurattaviin yleisvaarallisiin tartuntatauteihin, joten sen aiheuttamia tartuntoja ei tilastoida tartuntatautirekisteriin. Koska usein osa ruoassa olevista itiöistä selviää hengissä keittämisestä, voivat ruoan riittämätön jäähdytys ja/tai riittämätön uudelleen kuumennus (kuumennus on riittämätön, kun se ei ylitä 72 °C-astetta) ja/tai väärä säilytyslämpötila (yli 7 °C) johtaa bakteerin lisääntyneeseen kasvuun aiheuttaen siten ruokamyrkytyksiä (McClane 2003).

Julien ym. (2008) tutkimuksen mukaan klostrideja on kaikkialla maitotilalla erityisesti maassa ja säilörehussa, vähemmän ei säilötyssä rehussa, heinissä ja raakamaidossa. Nykyisen tiedon perusteella niiden läsnäolo maidossa voi aiheuttaa lähinnä juustojen pilaantumista (Julien ym. 2008) eikä niiden aiheutta-

mia raakamaitoruokamyrkytyksiä ole raportoitu. Meriluodon (2009) vuonna 2008 tehdyssä tutkimuksessa klostrideja todettiin 38,8 % suomalaisilta tiloilta otetuista raakamaitonäytteistä (281 kpl). *C. perfringens* -bakteerin esiintyvyyttä naudan ja vuohen raakamaidossa ei ole ilmeisesti paljoakaan Euroopassa tutkittu, koska yleensä ollaan oltu enemmän kiinnostuneita vain niistä klostridilajeista, joita pidetään juustojen pilaajina ja niissä tutkimuksissa, joissa sitä on tutkittu, ei sitä ole raakamaidosta todettu (Desmases ym. 1997). *C. perfringens* -bakteerin esiintyvyyttä suomalaisten tilojen raakamaidossa voisi olla aiheellista tutkia.

Coxiella burnetii

Q-kuumetta esiintyy maailmanlaajuisesti, Pohjoismaita on kuitenkin Tanskaa lukuun ottamatta pidetty melko vähän saastuneina, joskaan laajoja kartoituksia ja seurantatutkimuksia ei ole tehty. Suomen zoonosikeskuksen antamien tietojen mukaan bakteeri todettiin suomalaisessa nautakarjassa ensimmäisen kerran vuonna 2008. Karjan eläimet olivat oireettomia, ja tartunta tuli ilmi muiden tutkimusten yhteydessä. Vuonna 2009 tehdyn, normaalin luomistaajuuden (5 % 42. - 260. tiineysvuorokautena) ylittäneisiin karjoihin kohdennetun kartoituksen tuloksena todettiin Q-kuumevasta-aineita 0,2 %:lla tutkituista tiloista. Suomalaiset ovat saaneet tartunnan yleensä ulkomailta; vuosina 2007 ja 2008 todettiin kaksi matkailun seurauksena saatua tapausta kumpanakin.

Coxiella burnetii on solunsisäinen, suoraan eläimestä/ihmisestä toiseen tai verta imevien niveljalkaisten, kuten punkin, välityksellä leviävä, Q-kuumetta aiheuttava bakteeri. Yleisimmin *C. burnetii* aiheuttaa tartunnan naudoille, lampaille ja vuohille, jotka erittävät sitä syljessä, maidossa, virtsassa, siemennesteessä ja ulosteissa sekä synnytysten yhteydessä ympäristöönsä mm.

jälkeisissä. Ihmiset saavat tartunnan useimmiten hengittämällä bakteerin saastuttamaa pölyä; pastöroimattoman maidon on todettu aiheuttaneen ihmis-tapauksia vain harvoin. (Pelletier 2011).

C. burnetii -bakteereita esiintyy pieni- ja suurisoluisina muotoina (small cell variant SCV ja large cell variant LCV). Niistä SCV on korkeita lämpötiloja, kuivuutta, UV-valoa ja yleisimpiä desinfektioaineita kestävä bakteerimuoto, jonka pastörinti kuitenkin kykenee tuhoamaan. (Pelletier 2011). Kestävyytensä, aerosolimuodostuskykynsä ja herkän tarttuvuutensa vuoksi *C. burnetii* on ollut myös biologisen sodankäynnin kehittelyn kohteena ja yhdistetään nykyään mahdollisena välineenä bioterrorismiin.

C. burnetii -bakteerin aiheuttama kuumetauti tunnistettiin 1930-luvulla australialaisissa teurastamotyöntekijöissä. Koska taudin syyt olivat tuntemattomat, sitä alettiin kutsua Query- (suom. 'kysely') eli Q-kuumeeksi. Noin 60 % tartunnan saaneista on oireetomia. Q-kuumeen itämisaika vaihtelee muutamasta päivästä noin kuukauteen. Tauti voi olla akuutti tai krooninen. Useimmiten oireet muistuttavat flunssaa: kuumetta, päänsärkyä; noin 60 %:lle voi kehittyä myös keuhkokuume tai maksatulehdus. Noin puolet oireita saaneista henkilöistä joutuu sairaalahoitoon (Manfredi Selvaggi ym. 1996, CDC 2012). Sydän- ja verisuonitauteja sairastavilla Q-kuume saattaa kroonistua ilmeten sydänlähän tulehduksena, harvemmin verisuonitulehduksena ja nivel- tai luukudostulehduksena. Tautia voidaan hoitaa laajakirjoisilla mikrobilääkkeillä, ja esim. Australiassa on riski-ammateissa työskenteleviä varten rokotushjelma. Kerran sairastettu Q-kuume antaa elinikäisen vastustuskyvyn tautia vastaan.

Tartunnan saaneista eläimistä harvalla on näkyviä oireita. Sen sijaan niillä voi olla tiinehtymishäiriöitä, luomisia ja kohtutulehduksia. Rokotuksia ei

suositella, mutta mikrobilääkehoito on mahdollinen. Hyvä hygienia erityisesti poikimisen yhteydessä saattaa estää tartunnan leviämistä. Tartunnan saaneita karjoja on epidemioiden yhteydessä myös lopetettu, mutta toimenpiteet ovat herättäneet ristiriitaisen vastaanoton (Lubick 2010).

EHEC

Enterohemorraagiset *Escherichia coli* -bakteerit eli EHEC -bakteerit ovat yksi suolistotulehduksia aiheuttavista *E. coli* -ryhmistä. Maa- ja metsätalousministeriön asetuksen 24/EE0/2006 mukaan EHEC -bakteereja ovat *E. coli* O157 -bakteerit, joilla on shigatoksiinin muodostamiseen tarvittavat geenit sekä bakteerin kiinnittymiseen vaikuttava geeni ja non-O157 EHEC -kannat, joiden on todettu aiheuttavan ihmisten sairastumisia.

EHEC pystyy kasvamaan laajalla pH- ja lämpötila-alueella. EHEC:in optimikasvulämpötila riippuu kannasta, esimerkiksi Gonthier ym. (2001) tutkimuksessa saatiin *E. coli* O157:H7 (20 kantaa) keskimääräiseksi optimikasvulämpötilaksi 40,2 °C. EHEC säilyy hengissä jääkaappilämpötiloissa, jopa paremmin kuin huoneenlämmössä (Conner ja Kotrola 1995). Heuvelinkin (2006) tutkimuksessa EHEC -bakteerit pystyivät kasvamaan raakamaidossa, jota säilytettiin 7 °C:ssa. Wang ym. (1997) tutkimuksessa EHEC -bakteerit säilyivät hengissä mutteivat lisääntyneet raakamaidossa 5 °C:ssa, mutta kasvoivat 8 °C:ssa. EHEC -bakteerit tuhoutuvat 70 °C:ssa (Stringer ym. 2000). EHEC sietää erittäin happamia olosuhteita, sillä jotkin kannat säilyvät hengissä jopa pH:ssa 2,5 (Large ym. 2005, Benjamin ja Datta 1995). EHEC:in happamuuden sietokyky mahdollistaa sen hengissä pysymisen ihmisen mahalaukussa (Paton ja Paton 1998).

EHEC:in infektiivinen annos on pieni, sillä vain muutama bakteerisoluriittää ai-

heuttamaan taudin (Tilden ym. 1996). EHEC:in alhainen infektiivinen annos ja korkea virulenssi tekevät siitä hengenvaarallisen mikrobin (Nataro ja Kaper 1998).

EHEC -bakteerin tuottama toksiini aiheuttaa tarttumalla suoliston pinnalle suolistotulehduksen, jonka mahdollisia oireita ovat voimakkaat vatsan alueen kouristukset ja verinen ripuli (Paton ja Paton 1998). Oireet alkavat noin 3 - 4 vuorokauden kuluttua tartunnasta ja uloste muuttuu veriseksi toisena tai kolmantena päivänä sairastumisesta kestään noin viikon (Lahti 2003). Joissakin tapauksissa oireet voivat alkaa vasta 16 vuorokauden kuluttua tartunnasta (Welinder-Olsson ja Kaijser 2005). Noin puolet tartunnan saaneista voi myös oksennella ja kolmannes kuumeilla (Lahti 2003). Noin 70 % sairastuneista on todettu olevan EHEC -positiivisia vielä viikon päästä sairastumisesta. EHEC -bakteereja on todettu infektoituneiden henkilöiden ulosteesta vielä kolmenkin viikon päästä sairastumisesta (Welinder-Olsson ja Kaijser 2005). EHEC -tartunta voi olla myös oireeton (Paton ja Paton 1998).

EHEC -tartunnan hengenvaarallinen muoto voi aiheuttaa hemolyyttis-ureemisen oireyhtymän (HUS), jossa ilmenee akuutti munuaisvaurio, punasolut hajoavat (hemolyyttinen anemia) ja verihiutaleiden määrä laskee (trombosytopenia) (Welinder-Olsson ja Kaijser 2005, Paton ja Paton 1998). HUS voi aiheuttaa myös uneliaisuutta, kovaa päänsärkyä, kouristuskohtauksia ja enkefalopatiaa (aivosairaus). Vaikka HUS:ia esiintyy kaikissa ikäryhmissä, on siihen sairastuminen todennäköisempää pikkulapsilla ja vanhuksilla, syynä tähän voi olla pikkulasten immuunijärjestelmän kehittymättömyys ja vanhusien immuunijärjestelmän heikentyminen (Paton ja Paton 1998). Suomessa on vuosina 1996–2002 kuollut kaksi lasta HUS:iin (THL 2011c).

EHEC -infektio voi johtaa myös tromboottiseen trombosytopeniseen purpurasairauteen (TTP-syndrooma), jonka patologiset oireet ovat samanlaiset kuin HUS:issa, mutta johon liittyy useimmin kuumetta ja selviä hermostollisia oireita (Paton ja Paton 1998). TTP on lähinnä aikuisten tauti.

Nautakarja ja muut märehitijät ovat EHEC -bakteerien tärkeimpiä oireetomia kantajia (Paton ja Paton 1998). Pohjoismaisissa tutkimuksissa on todettu merkittävä yhteys nautatiheyden ja ihmisten EHEC -tartuntojen välillä (Jalava ym. 2011, Kistemann ym. 2004). Ihmiset voivat saada EHEC -bakteeritartuntoja suoraan lehmiltä (Heinikainen ym. 2007, Milne ym. 1999) sekä vuohilta (Twisselmann 2001, Milne ym. 1999, Djuretic 1997).

Euroopassa on raakamaidon ja raakamaitotuotteiden todettu aiheuttaneen EHEC-epidemioita (katso taulukko 6, s. 35). Pastöroimaton naudan tai vuohenmaito eivät ole aiheuttaneet tiedettävästi Suomessa EHEC epidemioita, mutta yksittäisiä pastöroimattoman maidon aiheuttaneita tartuntoja on todettu. Kun Eklund ym. (2005) analysoivat Suomessa 1998–2002 tapahtuneet STEC (mahdollinen EHEC) -tartunnat, arvioitiin niistä 18 % aiheutuneen raakamaidon juonnista.

EHEC:in aiheuttama suolistotulehdus on tartuntatautiasetuksen 786/1986 mukaan yleisvaarallinen tartuntatauti ja siksi sen aiheuttamat tartunnat tilastoidaan tartuntatautirekisteriin. EHEC -bakteerit ovat olleet viime vuosina Suomessa viidenneksi yleisin suolistotulehdusten aiheuttaja ja valtaosa tartunnoista on kotimaista alkuperää (Zoonosikeskus 2011b). EHEC -tapausten ilmaantuvuus on vaihdellut viimeisten 15 vuoden aikana 0,3 – 0,9/100 000 asukasta; vuonna 2010 EHEC -tapausten ilmaantuvuus oli kuitenkin hieman enemmän eli 0,37 raportoitua tapausta /100 000 asukasta (Hulkko ym. 2011, 2010).

Listeria monocytogenes

Listeria monocytogenes -bakteereja esiintyy yleisesti ympäristössä sekä eläinten ja ihmisten suolistossa, mistä niitä päätyy rehuihin ja elintarvikkeisiin. *L. monocytogenes* -bakteerin optimikasvulämpötila on 35 - 37 °C (kasvuaalue 2,5 - 44 °C), mutta se kasvaa myös melko hyvin jääkaappilämpötiloissa jopa 4 °C:ssa (Datta 2003). *L. monocytogenes* voi säilyä hengissä alle 0 °C:n lämpötilassa, jopa -70 °C:ssa sen on todettu säilyvän hengissä. *L. monocytogenes* kasvaa optimaalisesti pH-alueella 5 - 9 sekä hapellisissa, mikroaerofiilisissa ja hapettomissa olosuhteissa. *L. monocytogenes* saadaan tuhottua pastöroimalla 72 °C:ssa. *L. monocytogenes* sietää happamuutta, joten se voi selvitä hengissä mahahapoista (Datta 2003). *L. monocytogenes* pystyy muodostamaan vaikeasti poistettavia biofilmejä pinnoille esim. elintarvikkeiden valmistiloissa usein pintamateriaalina käytetyn ruostumattoman teräksen pinnalle (Lundén 2004).

L. monocytogenes -bakteerin aiheuttama tauti listerioosi aiheuttaa vakavan kansanterveydellisen uhan riskiryhmille, joita ovat raskaana olevat, vastasyntyneet, immuunipuutteiset (esimerkkitauteina syöpä, reuma ja HIV) ja > 60-vuotiaat. Euroopassa yli puolet listerioosiin sairastuneista on ollut yli 65-vuotiaita. (EFSA 2007a). Riskiryhmillä *L. monocytogenes* -bakteerin infektiivinen annos on <101 - 103 pmy/g ja muilla 105 - 106 pmy/g (Johansson 2010).

Raskaana olevilla sairauden oireita ovat kuume, päänsärky, lihaskivut, ripuli, ennenaikainen synnytys, keskenmeno tai sikiön kuolema (Johansson 2010). Vastasyntyneellä mahdollisia oireita ovat verenmyrkytys, keuhkokuume tai aivokalvontulehdus. Immuunipuutteisilla voi sairaus olla oireeton tai lievä tai sitten oireet voivat olla vakavampia ku-

ten aivokalvontulehdus ja verenmyrkytys. Normaalin vastustuskyvyn omaavat ihmiset voivat kärsiä listerioosin seurauksena pahoinvoinnista, ripulista, kuumeesta, päänsärystä, tilapäisestä suolistokantajuudesta, ihottumasta, lihas- tai vatsakivuista. Raskaana olevien taudin itämisaikaa ei tiedetä, vastasyntyneillä se on 1 - 2 vrk synnytyksen jälkeen, kun tartunta saadaan äidiltä synnytyksessä, sikiö voi saada tartunnan myös istukan kautta. Itämisaika voi olla alle yhdestä vuorokaudesta useisiin kuukausiin. Kuolleisuus listerioosissa voi olla jopa 30 - 40 % (Datta 2003).

Elintarvikkeita pidetään listerioosin merkittävämpänä lähteenä ja eläinten merkittävyys välittäjinä on vähäinen. Pastroimatonta maitoa ja siitä valmistettuja juustoja pidetään listerioosin suhteen riskielintarvikkeina, vaikka Suomessa tehdyissä tutkimuksissa on niistä harvoin todettu *L. monocytogenes* -bakteereja (Johansson 2010).

Listerioosi kuuluu tartuntatautiasetuksen 786/1986 mukaan seurattaviin yleisvaarallisiin tartuntatauteihin. Listerioosi on ollut Suomessa 2000-luvulla neljänneksi yleisen elintarvikevälikteinen bakteeritartunta ja suurin osa tartunnoista on kotimaista alkuperää (Zoonosikeskus 2011b). Listerioosin ilmaantuvuus on vaihdellut lähes vuosittain, v. 1995 raportoitiin 0,6 tapausta / 100 000 asukasta, sen jälkeen raportoitujen tapausten määrä on vaihdellut (Hulkko ym. 2011, 2010). Vuonna 2010 tartuntojen esiintyvyys oli 1,4 / 100 000. Tuolloin puolet tartunnan saaneista oli vähintään 73-vuotiaita, mutta mukana oli myös raskauteen liittyviä infektioita. Tartunnan saaneista kuoli 24 % (Hulkko ym. 2011, 2010). Euroopan monissa maissa on ollut, 1990-luvulla esiintyneen laskun jälkeen, *L. monocytogenes* -bakteerin aiheuttamien listerioositapauksien määrä kasvussa 2000-luvun alusta lähtien (EFSA 2007a). Kuitenkin isojen (>50 sairastunutta) listerioosiepidemioiden määrä

on ollut Euroopassa laskussa vuodesta 1999 lähtien. Viime vuosina Suomessa on todettu EU:n maista toiseksi eniten listeriooseja asukasta kohden (Johansson 2010).

Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis

Paratuberkuloosi on ensisijaisesti märehtijöillä ilmenevä, mykobakteerin aiheuttama, eläimen kuolemaan johtava krooninen suolistotulehdus. Sitä on todettu jonkin verran suomalaisissa lihakarjoissa, oireellisena se havaittiin ensimmäisen kerran vuonna 1992. Suomeen on tuotu vuosien kuluessa eläviä nautoja vain vähän, mutta vuonna 2004 julkaistussa riskinarvioinnissa päädyttiin pitämään todennäköisenä, että tauti on saapunut maahan tuontieläimen mukana (Tuominen ym. 2004).

M. paratuberculosis -bakteeria on epäilty Crohnin taudin eli ihmisen kroonisen, haavaisen paksunsuolentulehduksen aiheuttajaksi, joka leviää maidon välityksellä nautoista ihmisiin. Tutkimustulokset ovat kuitenkin olleet ristiriitaisia, ja bakteerin merkitys taudin aiheuttajana on edelleen kiistanalainen.

Salmonella enterica

Salmonella spp. pystyy kasvamaan lämpötila-alueella 5,2 - 46,2 °C ja pH-alueella 3,8 - 9,5 (EFSA 2011). Useimmat salmonellakannat eivät pysty kasvamaan 7 °C viileämmässä ympäristössä. *Salmonella* tuhoutuu pastöroinnissa, mutta voi säilyä hengissä pakastamisesta (EFSA 2011). *Salmonellan* kestävyys erilaisia ympäristöolosuhteita vastaan mahdollistaa sen säilymisen hengissä mahalaukun vatsahapoista ja muista suoliston puolustusmekanismeista. *Salmonellan* alkuperä on aina eläimen tai ihmisen uloste, joka voi edelleen saastuttaa elintarvikkeen ja sairastuttaa elintarviketta nauttineen kuluttajan

salmonelloosiin (Álvarez-Ordóñez ym. 2011).

Salmonelloosi on *Salmonella enterica* -bakteerien aiheuttama tauti. Salmonelloosin taudinkuva vaihtelee ja voi olla täysin oireeton. Yleisimpiä mahdollisia oireita ovat kuumeinen ripuli, pahoinvointi, vatsakrampit tai päänsärky. Oireet alkavat 6 - 72 tunnin kuluttua tartunnasta ja paranevat yleensä itsestään muutamassa päivässä, mutta bakteerien erittäminen ulosteessa voi jatkua vielä 1 - 2 kuukautta tai kroonistua oireiden päättymisen jälkeen. Salmonelloosin riskiryhmiä ovat pikkulapset, vanhukset ja vastustuskyvyltään kroonisesti heikentyneet.

Kuolleisuus salmonelloosiin on yleensä vähemmän kuin 1 % altistuneista, poikkeuksena antibiooteille moniresistentti *Typhimurium* DT104, jonka aiheuttama kuolleisuus on arvioitu kymmenkertaiseksi muihin kantoihin verrattuna (Hanes 2003). Sairastuneista noin 5 %:lle voi kehittyä verenmyrkytys ja pisteinfektioita kuten aivokalvon- tai sappitiehyiden tulehdus, septinen artriitti, luumätä ja niveltulehdus, sappitiehyiden tulehdus, pernapaiseet, keuhkokuume, septisiä etäispesäkkeitä, valtimoiden tai sydänläppien tulehdus (Hohmann 2001, Sánchez-Vargas ym. 2011), jopa pyomyosiittia on raportoitu (Minami ym. 2003). Vaikean salmonelloosin tai pitkittyneen, yli viikon kestäneen salmonellaripulin jälkitautina sairastuneista 1 - 15 % voi saada kuukausia tai jopa vuosia kestävästä reaktiivisen niveltulehduksen (Locht ym. 1993, Samuel ym. 1995, Mattila ym. 1998, Hannu 2002). Suomessa salmonellan jälkeisen reaktiivisen niveltulehduksen on todettu saavan noin 10 % potilaista (Mattila ym. 1994, Mattila ym. 1998, Hannu ym. 2002). Joidenkin tutkimusten mukaan reaktiivisen niveltulehduksen voi saada jopa 29 %, ja niveliin, virtsateihin ja ihoon vaikuttava Reiterin syndrooman 3 % salmonellapotilaista (Dworkin ym. 2001).

Salmonellan aiheuttamia ruoansulatuskanavan oireita voivat olla myös umpilisäkkeen-, haiman, sappirakon- ja sappitietulehdukset sekä vatsan tai peräaukon paiseet (Sánchez-Vargas ym. 2011). Salmonellatartunnan aiheuttamia harvinaisia oireita ovat hepatomegalia (maksan suureneminen) ja splenomegalia (suurentunut perna). Salmonellainfektion aiheuttamia suoliston ulkopuolisia oireita voivat olla aivokalvontulehdus, enkefalopatia (aivosairaus), sydänlappien tulehdus, keuhkokuume, virtsatietulehdus ja luumätä (Sánchez-Vargas ym. 2011). *S. enterica* -bakteerin infektiivinen annos on yleensä 10⁵ - 10⁶ bakteeria, mutta jopa 10 bakteerisolun on todettu aiheuttaneen sairastumisia (EFSA 2011).

Salmonella on ollut kampylobakteerin ohella jo vuosia Euroopan yleisimpiä zoonooseja, joskin kehityssuunta on ollut pitkään vähenevä. (EFSA 2010a). Salmonelloosi luokitellaan tartuntatautiasetuksessa 786/1986 yleisvaaralliseksi tartuntataudiksi. Ihmisten sairastuvuus salmonellan aiheuttamaan salmonelloosiin on vähentynyt Suomessa ainakin vuodesta 1995 lähtien (Hulkko ym. 2011, 2010). Vähentymisen johtuu sekä kotimaisten että ulkomailta saatujen tartuntojen vähenemisestä. Vuonna 1995 salmonellatapausten ilmaantuvuudeksi raportoitiin yhteensä 65 tapausta/100 000 asukasta, joista kotimaisiksi raportoitiin 22 tapausta/100 000 asukasta. Vuonna 2010 ilmaantuvuudeksi raportoitiin 45 tapausta/100 000 asukasta ja niistä kotimaisiksi 6 /100 000. Vuonna 1995 nykyisessä muodossaan käynnistetyin, kananmunien ja lihantuotantoon kohdistetun salmonellavalvontaohjelman aikana myös tuotantoeläinten salmonellatartunnat ovat vähentyneet, minkä on arveltu osaltaan vaikuttaneen kotimaisten tartuntojen vähenemiseen. Toisaalta kotimaisten salmonellariskinarviointien perusteella on päätelty muista kuin salmonellavalvontaohjelman mukaisista tuotantoketjuista peräisin olevien sal-

monellatapausten osuuden lisääntyneen (Mikkilä ym. 2011).

Staphylococcus aureus

Koagulaasipositiivisiin stafylokokkeihin kuuluvat mm. *Staphylococcus aureus* ja *Staphylococcus intermedius* -bakteerit ja *S. aureus* on näistä kahdesta yleisempi ruokamyrkytysten aiheuttaja (Bennett ym. 2003). *S. aureus* on yleinen bakteeri ihmisten ja eläinten iholla sekä nenän ja suun limakalvoilla, sitä esiintyy myös ympäristössä (ilmassa, vedessä, pölyssä jne.). *S. aureus* kasvaa hapellisissa ja hapettomissa olosuhteissa sekä laajalla lämpötila-alueella 6 - 48 °C (optimi 35 °C) ja pH-alueella 4,5 - 9,3 (optimi pH 7,0 - 7,5) (Bennett ym. 2003).

Jotkin *S. aureus* -kannat tuottavat enterotoksiineja, joita on tunnistettu 20 serologisesti erilaista (Loncarevic ym. 2005). Vaikka *S. aureus* -bakteerit tuhoutuvat steriloinnissa, niin jotkin niiden tuottamista toksiineista kestävä hyvin sterilointilämpötiloja. Enterotoksiinit ovat vastustuskykyisiä useimpia ruoansulatuskanavien entsyymejä vastaan, joten ne eivät yleensä tuhoudu siellä (Le Loir ym. 2003). Ihmisille oireita aiheuttavan toksiinimäärän tuottamiseksi täytyy elintarvikkeen *S. aureus* -pitoisuus olla vähintään 10⁶ pmy/g (Le Loir ym. 2003).

S. aureus -bakteerin tuottamien enterotoksiinien aiheuttaman ruokamyrkytyksen oireina ovat yleensä oksentelu ja vatsakivut, joskus esiintyy myös ripulia, päänsärkyä ja lihaskrampeja (Bennett ym. 2003). Oireet alkavat yleensä noin 0,5 - 8 tunnin kuluttua ruoan nauttimisesta ja loppuvat itsestään 24 tunnin kuluessa (Le Loir ym. 2003). *S. aureus* -bakteerin aiheuttaman tartunnan vakavampia oireita ovat verenpaineen ja pulssin ohimenevät muutokset (Bennett ym. 2003). Vanhuksia, lapsia ja vakavasti heikentyneitä henki-

löitä on joskus menehtynyt stafylokokkiruokamyrkytyksen seurauksena, mutta tällaista tapahtuu harvoin.

Yersinia spp.

Yersiniat ovat yleisiä ihmisten ja eläinten ulosteessa ja niiden välityksellä ympäristössämme, mutta useasta *Yersinia*-suvusta vain kolme pystyy aiheuttamaan taudin ihmiselle ja niistä kaksi *Yersinia enterocolitica* ja *Y. pseudotuberculosis* voivat levitä elintarvikkeiden välityksellä (EFSA 2007b). Myöskään kaikki *Y. enterocolitica* -kannat eivät ole patogeenisiä (Suomessa alle 40 % potilasnäytteistä eristetyistä kannoista patogeenisiä; Zoonosikeskus 2011b), mutta kaikki *Y. pseudotuberculosis* -kannat ovat. Monet eläimet toimivat *Y. pseudotuberculosis* -bakteerin oireettomina kantajina, keskeisimpinä pidetään jyräjyitä ja villilintuja, mutta sitä on todettu myös sioista, lemmikkieläimistä (kissoista, koirista) ja jäniksistä. Bakteeri voi aiheuttaa taudin myös eläimille, varsinkin silloin kun ne ovat stressaantuneita. *Y. enterocolitica* -bakteerin kantajina toimivat useimmiten siat ja joskus märehitijät (EFSA 2007b). Tutkituista eläinnäytteistä on tautia aiheuttavia *Y. enterocolitica* -kantoja pystytty eristämään lähinnä vain sikojen nielurisa- ja ulostenäytteistä (Fredriksson-Ahomaa ja Korkeala 2003). Myöskään elintarvikenäytteistä ei ole usein saatu eristettyä patogeenisiä *Y. enterocolitica* -kantoja. Yhtenä syyinä eläin- ja elintarvikenäytteistä eristettyjen patogeenisten *Y. enterocolitica* -kantojen vähyyteen on pidetty käytetyn analyysimenetelmän epäherkkyyttä (Fredriksson-Ahomaa ja Korkeala 2003).

Yersiniat pystyvät kasvamaan sekä hapen läsnä ollessa että ilman happea eli ne ovat fakultatiivisesti anaerobeja. *Yersiniat* pystyvät kasvamaan laajalla lämpötila-alueella (alle 0 - 42 °C), joskin niiden lisääntyminen hidastuu alemmissa lämpötiloissa. *Yersinioi-*

den lisääntymis pH-alue on 4,0 - 10,0 (optimi 7,2 - 7,4). (Pitkälä ym. 2009). *Y. enterocolitica* -bakteerin saa tuhoittaa elintarvikkeesta keittämällä, mutta pakastuksesta se voi selvitä hengissä (Milliotis ja Bier 2003). *Y. enterocolitica* -bakteerin on todettu säilyvän elossa viikkokausia vesistöissä (EFSA 2007b).

Yersinoiden aiheuttamaa suolistotulehdusta kutsutaan yersinoosiksi ja sen yleisimmät oireet ovat kuume, vatsakivut, oksentelu ja ripuli. Koska oireet muistuttavat umpilisäkkeen tulehdusta, tehdään sen vuoksi usein turhia umpilisäkkeen poistoja. Infektio voi olla myös oireeton (Milliotis ja Bier 2003). Jälkitautina yersinoosi voi aiheuttaa reaktiivisen niveltulehduksen. Jopa 30 - 40 %:ia sairastuneista voivat kärsiä erilaisista nivel- ja alaselän kivuista vielä vuosia infektion jälkeen (Pitkälä ym. 2009). *Y. enterocolitica* -tartunta voi myös aiheuttaa verenmyrkytyksen erityisesti immuunipuutteisille ja muille vakavasti sairaille henkilöille (Milliotis ja Bier 2003). Kuolleisuus verenmyrkytyksessä voi olla jopa 30 - 60 %:ia (Milliotis ja Bier 2003). Taudin itämisaika on 1 - 11 vuorokautta ja oireet alkavat tavallisesti parin vuorokauden kuluttua tartunnasta ja voivat kestää aikuisilla 1 - 2 viikkoa ja lapsilla 3 - 28 päivää. Yersinoosin riskiryhmiin kuuluvat henkilöt joiden vastustuskyky on syystä tai toisesta alentunut. *Yersinoiden* infektiivisistä annosta ei tunneta. Myöskään *yersinoiden* patogeenisyydestä ei ole tarpeeksi tietoa (Pitkälä ym. 2009).

Euroopassa ihmisten *Y. pseudotuberculosis* -infektiot ovat harvinaisia, mutta Venäjällä ja Suomessa esiintyy epidemioita (EFSA 2007b). *Yersiniat* aiheuttavat kolmanneksi eniten suolistotulehdusinfektioita Suomessa (Zoonosikeskus 2011b). Suomessa sairastuvuus yersinooseihin on vähentynyt ensisijaisesti *Y. enterocolitica* -bakteereiden aiheuttamien tartuntojen vähennyttyä. *Y. enterocolitica* -ilmaantuvuus on

vähentynyt 17,2 / 100 000 raportoidusta tapauksesta 8,6 tapaukseen vuosien 1995–2010 aikana (Hulkko ym. 2011, 2010). Sen sijaan *Y. pseudotuberculosis*-tapausten määrä on lisääntynyt 0,7/100 000 tapauksesta 1,0/100 000 tapaukseen samana ajanjaksona.

Utaretulehduksia aiheuttavat mikrobit

Oletuksena on että kliinisesti sairaasta eläimestä ei luovuteta maitoa meijeriin eikä kuluttajille, mutta ongelmaksi jää piilevän utaretulehduksen aiheuttavat mikrobit. Piilevä utaretulehdus voi nostaa tankkimaidon solulukua, mutta utaretulehdus on harvoin syynä tankkimaidon korkeaan bakteerilukuun. Ongelmana on, että viime vuosina voimakkaita utaretulehdusoireita aiheuttavat bakteerit ovat korvautuneet lievempiä oireita aiheuttavilla bakteereilla vaikeuttaen utaretulehdusten havaitsemista. Esimerkiksi *Corynebacterium bovis* ja koagulaasinegatiiviset stafylokokit (KNS) aiheuttavat usein tulehduksen, jossa solumäärä jää alle 300 000 /ml, minkä vuoksi tulehtuneet neljännekset on tulkittu terveiksi (Pitkälä ym. 2004). Streptokokkien aiheuttamat karjaepidemit, etenkin *Streptococcus agalactiae* ja *Str. uberis* -infektiot voivat kuitenkin heijastua myös tankin korkeana bakteeripitoisuutena (Reineman 2009).

Utaretulehduksen esiintyvyyttä suomalaisissa lehmissä on tutkittu vuonna 2001 tehdyssä, maanlaajuudessa kartoitustutkimuksessa (Pitkälä ym. 2004). Tuolloin maidon solupitoisuus oli 31 %:lla lehmistä kohonnut eli lehmillä oli piilevä utaretulehdus eli mastiitti. Tuotosseurannan solutietojen perusteella (raja-arvona lehmän kokomaidon solupitoisuus 200 000 kpl/ml) utaretulehduksen esiintyvyys Suomessa oli vuonna 2010 19 % (Hiitiö ym. 2012). Suomalaisten karjojen tankkimaidon keskiarvo oli vuonna 2010 n. 134 000

solua/ml, mikä on muita Pohjoismaita, paitsi Norjaa alhaisempi (Maitohygienialiitto 2012).

Pitkälä ym. (2004) piilevän utaretulehduksen aiheuttajien kartoitustutkimuksessa vuonna 2001 suomalaisten satunnaisesti valittujen tilojen maitonäytteistä yleisimmin eristettyjä bakteereita olivat koagulaasinegatiiviset stafylokokit (KNS) (49,6 %), *C. bovis* (34,4 %) ja *S. aureus* (10,2 %). Vähäisessä määrin eristettyjä lajeja olivat *Str. agalactiae*, *Enterococcus spp.* (*E. faecalis*, *E. faecium*), *Aerococcus viridans*, *Lactococcus spp.* (*Lactococcus lactis*) ja koliformit (*E. coli*, *Klebsiella*). Ympäristöperäiset bakteerit (koliformit ja ympäristöperäiset streptokokit) eivät ole kovin merkittävässä asemassa piilevien utaretulehdusten aiheuttajina (Pitkälä ym. 2004). Koivula ym. (2007) vuosina 2004–2005 tehdyssä tutkimuksessa yleisimpiä piilevän utaretulehduksen aiheuttajia Suomessa olivat KNS (23,5 %) ja *S. aureus* (17,7 %).

Utaretulehduksesta on eristetty pitkälti toistasataa aiheuttajabakteeria (Watts 1988). Harvinaisia mastiitin aiheuttajia ovat mm. G-ryhmän streptokokit, *Bacillus*-suku, *L. monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pasteurella*, *Proteukset*, hiivat ja homeet (*Candida*, *Trichosporon*, *Cryptococcus* ym.) sekä levät (*Prototheca*).

Utaretulehdusta yleisesti aiheuttavista bakteereista selvästi zoonoottisia ovat stafylokokit (*S. aureus*). KNS-bakteerienkin on raportoitu kykenevän tuottamaan enterotoksiineja, mutta niiden mahdollinen rooli raakamaidon riskinä on tuntematon (Park ym. 2011). Zoonoottista potentiaalia on myös joillakin streptokokkilajeilla (*Str. agalactiae*, *Str. equi subsp. zooepidemicus*).

Staphylococcus aureus

S. aureus -bakteeri on käsitelty aiemmin liitteen 1 bakteerit otsikon alla.

Streptokokit

Streptokokkien aiheuttamat ruokamyrkytykset ovat nykyään harvinaisia ja ne liittyvät usein huonoon työskentelyhygieniaan (van der Linden ym. 2010). Pastoroinnin käyttöönoton jälkeen maito ei ole enää merkittävä streptokokkiruokamyrkytysten aiheuttaja (Gray ja Arnavielhe 2003). *Streptococcus agalactiae* -bakteerit kuuluvat ns. Lancefieldin B-ryhmän streptokokkeihin, jotka aiheuttavat tautia niin eläimille kuin ihmisillekin. Mastiittia aiheuttavat kannat ovat ilmeisesti pääosin eri kantoja kuin ihmisille tauteja aiheuttavat kannat (Vincent ym. 2011, Dogan ym. 2005). *Streptococcus equi subsp. zooepidemicus* -bakteerin on todettu aiheuttaneen maidon välityksellä ruokamyrkytyksiä (Minces ym. 2011, Bordez-Benitez ym. 2006, Kuusi ym. 2006). *S. zooepidemicus* -infektion oireita ovat mm. nielutulehdus, munuaistulehdus, bakteremia (bakteriverisyys) ja aivokalvontulehdus (Jansen ja Rink 2011), myös sen aiheutta-

mia sydänlöpän tulehduksia on todettu. *S. zooepidemicus* -bakteeria esiintyy monilla eläinlajeilla osana limakalvojen normaalimikrobistoa, mutta sopivissa olosuhteissa se voi myös sairastuttaa eläimen. Naudoilla, lampailla ja vuohilla bakteeri voi aiheuttaa utaretulehduksen sekä haava- ja genitaali-infektioita. Ihminen voi saada maidon lisäksi tartunnan myös suoraan bakteeria kantavasta eläimestä.

Utaretulehdusbakteerien esiintyvyyden seuranta

Valio raportoi vuosittain utaretulehduslaboratorioissaan tutkittujen näytteiden löydökset (Taulukko 1). Valion laboratorioissa on otettu vuoden 2010 alussa käyttöön uusi analysointimenetelmä, jolla ei valitettavasti enää havaita esim. raakamaidon kuluttajan turvallisuuden kannalta olennaisia *L. monocytogenes* -bakteereja, toisaalta ne eivät ole yleisiä utaretulehduksen aiheuttajia.

Taulukko 1. Valion utaretulehduslaboratorioiden mikrobilöydökset vuosina 2009 ja 2010.

| | 2009 | 2010 |
|---|---------------|---------------|
| Tutkittuja näytteitä kpl | 75 549 | 90 628 |
| Ei löydöstä kpl (osuus %) | 21 387 (28,3) | 11 521 (12,7) |
| Mikrobilöydös kpl (osuus %) | 54 162 (71,7) | 79 107 (87,3) |
| Bakteerien lukumäärä (osuus % näytteistä, joissa löydös) | | |
| <i>Arganobacterium pyogenes</i> ^a | 1 447 (2,8) | 8 712 (11) |
| <i>Citrobacter</i> spp. | 31 (0,1) | - |
| <i>Corynebacterium</i> spp. ^b | 1 939 (3,7) | 18 099 (22,9) |
| <i>E. coli</i> | 2 949 (5,6) | 6 175 (7,8) |
| <i>Enterobacter</i> spp. | 29 (0,1) | - |
| <i>Enterococcus</i> sp. ^c | 1 250 (2,4) | 4 790 (6,1) |
| Hiiva | 906 (1,7) | - |
| <i>Klebsiella</i> sp. ^d | 433 (0,8) | 1 368 (1,7) |
| KNS | 15 988 (30,5) | 41 907 (53,0) |
| <i>Lactococcus</i> | 1 267 (2,4) | - |
| <i>L. monocytogenes</i> | 6 (0,0) | - |
| Muu bakteeri | 553 (1,1) | - |
| Muu Streptokokki | 268 (0,5) | - |
| <i>Proteus</i> | 160 (0,3) | - |
| <i>Pseudomonas</i> | 79 (0,2) | - |
| <i>Ser. marcescens</i> | 55 (0,1) | 353 (0,4) |
| <i>S. aureus</i> | 13 540 (25,8) | 18 473 (23,4) |
| <i>Str. agalactiae</i> | 386 (0,7) | 914 (1,2) |
| <i>Str. dysagalactiae</i> | 7 768 (14,8) | 14 592 (18,4) |
| <i>Str. uberis</i> | 9 147 (17,4) | 15 047 (19,0) |

^a Vuonna 2009 lukuun sisältyy myös *P. indolicus*. ^b Vuonna 2009 *Corynebacterium bovis*.

^c Sisältää *E. faecalis* ja *faecium*. ^d Sisältää *K. oxytoca* ja *K. pneumoniae*.

Resistentit bakteerit

Mikrobilääkkeet ovat lääkkeitä, jotka tuhoavat mikrobeja tai estävät niiden kasvua ja lisääntymistä. Bakteerin sanotaan olevan herkkä tietylle mikrobiläkkeelle, kun kyseinen lääke pystyy tappamaan bakteerin tai estämään sen kasvun. Bakteeri on vastustuskykyinen eli resistentti tietylle mikrobiläkkeelle, kun mikrobilääke ei tehoa siihen.

Bakteereiden herkkyys mikrobiläkkeille vaihtelee. Luonnollinen resistenssi on kullekin bakteerilajille tyypillinen ominaisuus. Hankitulla resistenssillä tarkoitetaan ilmiötä, jossa alun perin lääkeaineelle herkät kannat muuttuvat

vastustuskykyisiksi kyseiselle lääkkeelle.

Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen EFSA:n ja Tautien ehkäisy- ja valvonnan eurooppalaisen keskuksen ECDC:n julkaisemien, vuoteen 2010 perustuvien tietojen perusteella mikrobilääkeresistenssi oli Euroopassa melko yleistä eläimistä ja elintarvikkeista eristetyillä salmonelloilla, kampylobakteereilla sekä resistenssi-indikaattoribakteereilla (EFSA ja ECDC 2011). Resistenssi vaihteli huomattavasti maittain. Suomessa resistenttejä bakteerikantoja todettiin selvästi harvemmin kuin keskimäärin EU:ssa (Evira 2011a). Syynä tähän pidetään mikrobilääkkeiden hallit-

tua käyttöä eläimille (FINRES-Vet 2007–2009), ja pidetään tärkeänä, että annettuja lääkkeiden käyttösuosituksia noudatetaan.

Zoonoottisten bakteerien resistenssi

Bakteereita, jotka voivat siirtyä ihmisten ja eläinten välillä suoraan tai välillisesti esimerkiksi elintarvikkeiden, veden tai hyönteisten välityksellä, sanotaan zoonoottisiksi. Suomessa zoonoosia aiheuttavien bakteerien ja indikaattoribakteerien lääketeresistenssiä seurataan FINRES-Vet -ohjelman avulla zoonosidirektiivin 2003/99/EY mukaisesti, mutta myös ihmisiltä eristettyjen bakteerien resistenssitilannetta seurataan (Hulkko ym. 2011).

Eläimistä eristettyjen bakteerien resistenssitilanne on Suomessa kansainvälisesti vertailtuna hyvä (FINRES-Vet 2002–2003, FINRES-Vet 2005–2006, FINRES-Vet 2007–2009). Vuonna 2003 tehdysä, 741 tilan teurasnautaa kattaneessa tutkimuksessa todettiin resistenssi 9 %:ssa eristetyistä *C. jejuni* -bakteereista, mutta yhdenkään eristetyn kanan ei todettu olevan resistentti use-

alle mikrobilääkkeelle. Vuonna 2006 FINRES-Vet-ohjelman mukaisista naudoista eristetyistä *C. jejuni* -bakteereista todettiin 7 % resistentteiksi, vuonna 2009 resistenttien *C. jejuni* -kantojen osuus oli vain 2 % (FINRES-Vet 2007–2009). Naudoista eristetyissä salmonellabakteereissa todettiin resistenssiä vuosina 2007–2009 jonkin verran, niistä osa oli moniresistenttejä (FINRES-Vet 2007–2009). Suomalaisilla naudoilla ei ole toistaiseksi todettu ESBL-kantoja (beeta-laktamaasia pilkkova sairaalabakteerikanta) (FINRES-Vet 2003, 2006, 2009), ja MRSA:n (metisilliiniresistentin *S. aureus* -sairaalabakteerin) leviämistä elintarvikkeiden välityksellä pidetään melko epätodennäköisenä (EFSA 2009).

Penisilliini on ollut yleisin Suomessa utaretulehdusten hoitoon käytetyistä mikrobilääkkeistä. Utaretulehdusta aiheuttaneiden *S. aureus* -bakteereiden resistenssi penisilliiniä kohtaan on ollut Suomessa kansainvälistä tasoa, joskin selvästi pohjoismaista tasoa korkeampi. Muut utaretulehdusta aiheuttavat bakteerit ovat olleet meillä melko herkkiä muille mikrobilääkkeille (Taulukko 2).

Taulukko 2. Utaretulehduksen aiheuttajamikrobien resistenssiseurannan tuloksia (Pitkälä ym. 2004, FINRES-Vet 2005–2006).

| Resistenssi | 2001 | | 2005–2006 | |
|----------------------|------------------|-------------------|------------------|----------------------------|
| | <i>S. aureus</i> | KNS ¹⁾ | <i>S. aureus</i> | streptokokit ²⁾ |
| Penisilliini | 52,10 % | 32,00 % | 25,00 % | 0,00 % |
| Tetrasykliini | | | 2,00 % | 36 - 37 % |
| Erytromysiini | | | | 15,0 % ³⁾ |
| Metisilliini (MRSA) | | | 1 kpl | |
| Muut mikrobilääkkeet | 0 - 5,1 % | 0 - 9,6 % | | |
| Moniresistenssi | 2,00 % | 3,30 % | | 0,00 % |

¹⁾ Koagulaasinegatiiviset stafylokokit

²⁾ *S. uberis* ja *S. dysgalactiae*

³⁾ *S. uberis*

Resistenssin indikaattoribakteerit

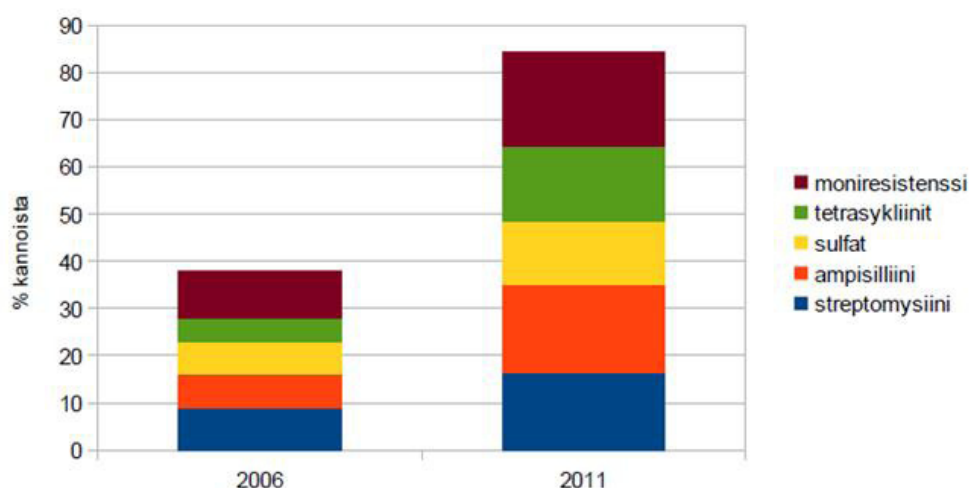
FINRES-Vet-ohjelmassa tutkitaan myös tiettyjen terveiltä eläimiltä eristettyjen indikaattoribakteerien (*E. coli*,

E. faecalis, *E. faecium*) antibioottiresistenssiä, koska niiden resistenssitilanteen avulla voidaan arvioida antibioottien mikrobipopulaatiossa aiheuttamaa valintapainetta. Lisäksi nämä indikaat-

toribakteerit voivat toimia antibioottiresistenssigeenien varastona ja edelleen siirtäjinä muihin mikrobeihin.

Vuoden 2006 FINRES-Vet-ohjelman kar-toituksessa nautojen ulostenäytteiden *E. coli* -bakteereista 95 % oli herkiä kaikille testatuille antibiooteille ja vuonna 2009 iresistenssi eri antibiooteille vaihteli harvinaisesta vähäiseen (<0,1 - 10%) (FINRES-Vet 2007–2009). Enterokokeilla todettiin resistenssiä erytromysiinille; muuten enterokokkien resistenssitilanne oli hyvä (FINRES-Vet 2007–2009).

FINRES-Vet -ohjelmassa todettiin utaretulehduksista eristetyissä *E. coli* -bakteereissa suhteellisen vähän mikrobilääkeresistenssiä vuonna 2006 (Kuva 1). Sen sijaan Suojala ym. totesivat 2011 huomattavasti suuremman osan utaretulehduksen aiheuttaneista *E. coli* -bakteereista resistenteiksi. Ero tuloksissa voi johtua lisääntyneestä mikrobilääkeresistenssistä, mutta todennäköisempi syy saattaa olla vuonna 2011 tehdyn tutkimuksen otannan painottuminen Etelä-Suomeen.



Kuva 1. Utaretulehduksista eristettyjen *E. coli*-bakteerikantojen resistenssi eri mikrobilääkkeitä kohtaan (FINRES-Vet 2005–2006, Suojala 2011).

Virukset

Norovirus

Norovirus on EU-tasolla suurin elintarvikevälitteisiä epidemioita aiheuttava virusryhmä (EFSA 2010a). Norovirukset aiheuttavat Suomessa varsin suuren osuuden kaikista elintarvikevälitteisistä ruokamyrkytys-epidemioista vuosittain, esimerkiksi vuosina 1998–2008 prosenttiosuus vaihteli eri vuosina 12:sta 46 prosenttiin. Norovirus oli vuonna 2009 selkeästi yleisin ruokamyrkytys-epidemioiden aiheuttaja sekä epidemioiden että niissä sairastuneiden ihmis-

ten lukumäärän perusteella. (Hatakka ja Wihlman 1999, Hatakka ja Halonen 2000, Hatakka ym. 2001, 2002, 2003, 2004, Niskanen ym. 2005, 2006, 2007, 2010a, 2010b, 2011).

Useat eri tekijät vaikuttavat siihen, että norovirukset aiheuttavat epidemioita ja siten muodostavat merkittävän riskitekijän elintarvikkeiden valmistukselle. Näitä tekijöitä ovat mm. noroviruksen alhainen infektiivinen annos, virusten pitkäaikainen erittyminen infektoituneesta ihmisestä sekä viruksen kestävyys monenlaisia ympäristöolosuhteita vastaan (Glass ym. 2009, Patel ym.

2009, Donaldson ym. 2008). Esimerkiksi jäädytys ja pakastaminen eivät ole kovin tehokkaita menetelmiä virusten määrän vähentämisessä. Virukset eivät lisäänny elintarvikkeissa eivätkä vedessä, mutta ne pystyvät siirtymään ihmiseen näiden välityksellä ja norovirustartunnan saaneet ihmiset voivat puolestaan taas saastuttaa elintarvikkeita ja vesiä. Kontaminaation alkulähteenä on kuitenkin aina uloste (Carter 2005, Koopmans ja Duizer 2004). Raakamaito voi saastua noroviruksella lähinnä infektion saaneen työntekijän välityksellä.

Norovirukset saattavat aiheuttaa ihmisille vatsatauti (Carter 2005). Norovirusten aiheuttama vatsatauti alkaa yleensä 24 - 48 tuntia tartunnasta ja siitä aiheutuu huonoa oloa, oksentelua, vatsakramppeja, lihaskipua ja (ei veristä) ripulia (Patel ym. 2009). Norovirukset voivat aiheuttaa suhteellisen vaikeaoireisen gastroenteriitin (mahasuolitulehduksen), joka kestää yleensä 2 - 3 päivän ajan, mutta joka voi kestää myös kauemmin. Noroviruksen aiheuttamalle oksentelulle on tunnusomaista, että oksennus tulee nopealla vauhdilla ja tapahtuu yleensä sairauden ensimmäisenä päivänä (Bank-Wolf ym. 2010).

Kaikki ihmiset voivat sairastua noroviruksen aiheuttamaan vatsatautiin, mutta vanhuksset ovat alttiimpia saamaan taudin (Bank-Wolf ym. 2010, Glass ym. 2009, Donaldson ym. 2008). Vanhuksilla tauti on myös usein vaikea-asteisempi ja saattaa johtaa jopa kuolemaan. Norovirusinfektion on esimerkiksi todettu aiheuttaneen vanhuksen ohutsuolen puhkeamisen (Pawa ym. 2009). Myös lapsilla, nuorilla ja immuunipuutteisilla on yhtäläinen riski saada vaikea-asteisempi, kuolemaan johtava tauti.

Vuonna 2009 Suomessa ilmoitettiin Tartuntatautirekisteriin 2185 norovirusinfektiota ja taudin insidenssi eli ilmaantuvuus oli 41/100 000 (Hulkko ym. 2010). Vuonna 2009 insidenssi 117/

100 000 oli korkein Lapin läänissä (Hulkko ym. 2010). Vuosina 2008 ja 2007 tartuntatautirekisteriin ilmoitettiin 2 574 (insidenssi 48/100 000) ja 2 807 (insidenssi 53/100 000) norovirusinfektiota (THL 2010, väestömäärät Tilastokeskus 2008 ja 2007). Tartuntatautirekisteriin ilmoitetut norovirusinfektiomäärät olivat seurantajakson 1998–2009 aikana korkeimmillaan vuonna 2007 (Hulkko ym. 2010). Tartuntatautirekisteriin eivät päädy kaikki noroviruksen aiheuttamat suolistoinfektiot, joten todellinen insidenssi on korkeampi. Vuonna 2008 Suomessa esiintyneissä norovirusten aiheuttamissa ruokamyrkytys epidemioissa oli sairastuvuus keskimäärin 50 %:ia (vaihteluväli 8 - 90 %) (Niskanen ym. 2010b).

Virusten ja erityisesti norovirusten ilmaantuvuuden kasvu johtuu suuressa määrin myös jatkuvasti kehittyvästä diagnostiikasta: nykyisin norovirukset voidaan todeta potilasnäytteistä entistä tarkemmin ja varmemmin. Siispä, kun 1990-luvulla norovirustapauksia raportoitiin vuosittain noin 3 - 16/100 000 asukasta, vuonna 2010 raportoitu ilmaantuvuus oli 51 tapausta/100 000 asukasta. (Hulkko ym. 2011, 2010).

Kumlinge-virus

Kumlinge-virus aiheuttaa puutiaisaivo-kuumeen (tick borne encephalitis, TBE eli Kumlingen tauti) (Kollaritsch ym. 2011). Flaviviruksiin kuuluva vaipallinen Kumlinge-virus leviää *Ixodes*-puutiaisen (pääasiassa *Ixodes ricinus* ja *Ixodes persulcatus*) pureman välityksellä. Myös hyttyset voivat välittää virusta (Zoonosikeskus 2011a). Kumlinge-virukset säilyvät luonnossa pienjyrsijöissä, joista punkit saavat tartunnan (Tonteri ym. 2011). Muuttolinnut voivat levittää Kumlinge-virusta uusille alueille (Waldenström ym. 2007).

Kumlinge -viruksen itämisaika on 2 - 28 päivää, minkä jälkeen ilmenee oireina

esim. kuumetta, lihassärkyä, nivelkipua ja päänsärkyä. oireet voivat kestää 7 päivää (Kollaritsch ym. 2011). Suurin osa potilaista paranee täysin. Noin neljänneksellä voi olla 2 - 10 päivää kestävä oireeton vaihe ennen kuin alkaa toinen kuumeiluvaihe, johon liittyy jälkitauteja kuten aivokalvontulehdus ja aivokuume. Joissakin tapauksissa puutiaisaivokuume voi johtaa kuolemaan; kuolleisuuslukummat ovat 2 - 3 % Siperian alatyypillä, 1 - 2 % läntisellä tyypillä ja 40 % itäisellä tyypillä.

Puutiaisaivotulehdusta on tavattu Suomessa 2000-luvun loppupuolella mm. Ahvenanmaalla, Turun saaristossa, Kuopion, Kokkolan ja Lappeenrannan seudulla. Tartuntoja on myös todettu Kotkan saaristossa, Länsi Uudellamaalla, Maalahdessa, Närpiössä, Simossa ja Varkaudessa (THL 2011b, Hulkko ym. 2010). *Ixodes persulcatus* -puutiaista on löytynyt Suomen länsirannikolta sekä Simosta (Jääskeläinen ym. 2011). *I. ricinus* -puutiaista löytyy Etelä- ja Keski-Suomesta. Kokkolan alueella todetaan TBE-viruksen siperialaista ja muilla alueilla eurooppalaista alatyyppejä.

Suurin osa tautitapauksista ilmenee Suomessa heinä-syyskuun aikana, mutta tapauksia on todettu toukokuusta aina marraskuuhun saakka (THL 2011b, Hulkko ym. 2010). Vuonna 2009 Suomessa todettiin 25 ja vuonna 2010 38 TBE-tautiin sairastunutta. Vuonna 2010 sairastuneet olivat 5-85-vuoden ikäisiä ja heistä yksi kuoli tautiin. *Ixodes*-puutiainen voi infektoida lypsykarjan, jolloin Kumlinge -virus voi päätyä maitoon (Svensson 2000). Kumlinge-viruksella saastunut pastöroimaton vuohenmaito aiheutti puutiaisaivokuume-epidemian Virossa vuonna 2005 (Kerbo ym. 2005) ja Unkarissa vuonna 2007 (Balogh ym. 2010). Lehmän raakamaito aiheutti puutiaisaivokuume-epidemian Unkarissa vuonna 2011 (Caini ym. 2012). Suomessa Kumlinge -tartuntaa on epäilty kerran, jolloin lähteeksi epäiltiin pastöroimatonta vuohenmaitoa (Zoonoosi-

keskus 2011a). Suomessa tautia ei ole koskaan todettu eläimillä (Zoonoosikeskus 2011a).

Loiset

Cryptosporidium -loiset

Kryptosporidit ovat maailmanlaajuisesti merkittäviä ihmisten ja eläinten suolitolsia, jotka leviävät ensisijassa saastuneen veden välityksellä. Mahdollista on saada tartunta myös kryptosporidien sisältävää maitoa juomalla tai nauttimalla saastuneella vedellä käsiteltyjä tai saastuneella lietteellä lannoitettuja kasviksia ja marjoja. Tällä hetkellä tunnetaan 20 *Cryptosporidium* -lajia, joista viisi aiheuttaa suurimman osan ihmisten tartunnoista, yleisimpiä ovat ihmiselle spesifinen *C. hominis* ja sekä ihmiselle että karjalle tautia aiheuttava *C. parvum*. (Ryan ym. 2010).

Kryptosporidit ovat alkueläimiä, joiden elinkierto voi tapahtua kokonaan saman isännän suolistossa. Siellä veden tai ravinnon mukana nielaistut ookystat muuttavat muotoaan ja tunkeutuvat solun sisälle lisääntyen suvuttomasti ja suvullisesti. Ookystat ovat paksun kuoren suojaamia kestonmuotoja, jotka kestävät alkueläinsoluja paremmin erilaisia ympäristöolosuhteita, kuten kuumuutta, kuivuutta ja kemiallisia desinfiointiaineita, ja säilyvät pitkään hengissä isäntäelimistön ulkopuolella. Muodonmuutoksen läpi käyneet ohutseinäiset ookystat voivat jäädä isäntään aiheuttaen uuden tartunnan. Paksuseinäiset, erittäin vastustuskykyiset ookystat leviävät ulosteen mukana ympäristöön ja voivat saastuttaa mm. maidon. (Ryan ym. 2010). *C. parvum* -loisen vastustamista vaikeuttavat erityisen isäntäeläimen puuttuminen ja siten laaja isäntäkirjo, tehokkaan lääkkeen puute sekä kyky sietää desinfektioaineita ja vaikeita olosuhteita; paksuseinäiset ookystat voivat säilyä ympäristössä tartuntakykyisinä yli puolikin vuotta (Tzipori 2003).

Kryptosporidit ovat merkittävä pikkulasten ripulin aiheuttaja sekä kehittyneissä että kehitysmaissa. Tartunnat voivat olla oireettomia, akuutteja tai kroonisia henkilön vastustuskyvyn ja iän mukaan. Yleensä tulehdus rajoittuu ohutsuoleen, mutta vastustuskyvyltään heikentyneillä, kuten vastustuskykyä vähentävällä lääkityksellä olevilla, AIDS -potilailla tai samanaikaisesti jotain toista tautia kuten tuhka- tai vesirokkoa potevilla, oireet saattavat kehittyä vakavammiksi ja kestää kauemmin voiden aiheuttaa kroonisen tilan ja johtaa jopa kuolemaan. Kryptosporidien vaikutuksen oletetaan johtuvan enterotoksiineista, mutta sitä ei ole voitu todistaa. (Ryan ym. 2010). Tauti puhkeaa suhteellisen pian, 1 - 3 päivän kuluessa, saastuneen ruoan tai juoman nauttimisen jälkeen, ja ripuli kestää 7 - 10 päivää (Tzipori 2003). Pidentynyt tartunta saattaa kestää kuukausia tai vuosia leviten suolistosta maksan ja haiman tiehyisiin aiheuttaen sappiteiden ja sappirakon tulehduksia sekä haimatulehduksia.

Suomalaisissa kryptosporidiaasia todetaan yksittäisinä tapauksina. Tällä vuosituhatluvalla on raportoitu vuosittain noin 0,2 - 0,4 kryptosporidioositapausta/100 000 asukasta, joskin määrä saattaa olla aliraportoitu vähäisten tutkimusten vuoksi (Hulkko 2010). *C. parvum* -loisia on todettu enimmäkseen nauttiloilla, joilla se voi aiheuttaa 1 - 2-viikkoisille pikkuväestöille pahanhajuisen, runsaan ja vetisen ripulin.

Yhteenveto mikrobiologisista vaaroista

B. cereus -bakteerit ovat yleisiä ympäristössä (maaperässä) ja ne ovat sopeutuneet kasvamaan nisäkkäiden ja hyönteisten suolistossa ja voivat päätyä näistä lähteistä raakamaitoon. *B. cereus* -bakteerit ovat erittäin kestäviä erilaisia ympäristöolosuhteita (kuumuus, jäädytys, kuivuus, säteily) vastaan, koska ne pystyvät tuottamaan

itiöitä ja itäidensä avulla ne myös leviävät helposti. Lisäksi niiden on todettu pystyvän muodostamaan biofilmejä esimerkiksi meijereiden tuotantolaitteiden pinnoille, joten ne voivat myös aiheuttaa ongelmia maitotiloilla muodostamalla biofilmejä lypsylaitteistoon ja tilatankkiin. Ongelmallista on se, että ne pystyvät lisääntymään ja tuottamaan toksineja myös jääkaappilämpötiloissa. Kylmässä kasvavat (4 - 5 °C) kannat eivät kuitenkaan yleensä tuota ruokamyrkytykseen johtavia määriä toksineja. Koska *B. cereus* -bakteerin päätymistä maitoon on käytännössä vaikeaa täysin estää, ovat hyvän lypsyhygienian lisäksi tarpeeksi kylmät säilytys- ja kuljetuslämpötilat (ideaalitalanteessa alle 4 °C) olennaisia ruokamyrkytysten ehkäisemisessä.

Lämpökestoista kampylobakteereista tekee vaarallisia niiden pieni infektioannos. Kampylobakterioosin korkea esiintyvyys ja sairauden pitkä kesto sekä jälkitaudit tekevät siitä kansantaloudellisesti merkittävän tartunnan. Lisäksi kampylobakterioosi voi johtaa jopa kuolemaan vanhuksilla tai jonkun sairauden heikentämällä henkilöillä. Koska kampylobakteereita esiintyy yleisesti lypsykarjan suolistossa ja karpäset pystyvät levittämään niitä lannasta muualle navettaympäristöön, on hyvällä lypsyhygienialla ratkaiseva merkitys raakamaidon saastumisen ehkäisemisessä. Jääkaappisäilytyksellä pystytään pysäyttämään kampylobakteerien kasvu, mutta jos niitä on maitoon päässyt, niistä ei pääse eroon kuin kuumentamalla maito 60 °C:seen.

C. perfringens -bakteerit ovat yleisiä maaperässä ja pystyvät säilymään hengissä hyvinkin epäedullisissa olosuhteissa. *C. perfringens* -tartunta voi johtaa jopa kuolemaan vanhuksilla ja henkilöillä, joiden vastustuskyky on heikentynyt, vaikkakin suurin osa tartunnan saaneista paranee taudista itsestään. Klostridien esiintymisestä maitotiloilla ei ole paljon tutkittua tietoa, eikä teh-

dyissä tutkimuksissa ole erikseen eritelty *C. perfringens* -bakteerin osuutta.

C. burnetii -bakteerin infektoimat naudat ja vuohet voivat erittää tätä bakteeria syljessä, maidossa, virtsassa, siemennesteessä ja ulosteissa sekä synnytysten jälkeisissä ympäristöön. Vaikka *C. burnetii* -bakteeritartunnan saaneista noin 60 % on oireettomia, voi bakteerin aiheuttaman kuumetautiin Q-kuumeeseen sairastuneista noin 60 %:lle kehittyä keuhkokuume tai maksatulehdus ja noin puolet oireita saaneista henkilöistä joutuu sairaalahoitoon. Sydän- ja verisuonitauteja sairastavilla Q-kuume saattaa kroonistua ilmeten sydänlähän tulehduksena. Pastöroimaton maito on aiheuttanut vain harvoin ihmisten sairastumista Q-kuumeeseen. *C. burnetii* -tartunta on harvinainen suomalaisilla nauta- ja vuohitiloilla.

EHEC on kestävä bakteeri; se säilyy pitkiä aikoja elintarvikkeissa, kylmissä vesissä ja lannassa sekä pysyy myös hengissä pakkasessa. EHEC ei lisäännä, jos elintarvikkeet säilytetään jääkaapissa, jonka lämpötila on alle 6 °C. EHEC:in kestävyys lisäksi sen alhainen infektiivinen annos ja korkea virulenssi tekevät siitä vaarallisen mikrobin. EHEC -tartunnan hengenvaarallisessa muodossa hemolyyttis-ureemisessa oireyhtymässä HUS:issa ilmenee akuutti munuaisvaurio, punasolut hajoavat ja verihiutaleiden määrä laskee. HUS:in riskiryhmiä ovat pikkulapset ja vanhukset. Toinen EHEC -tartunnan hengenvaarallinen muoto tromboottinen trombosytopeeninen purppurasairaus (TTP) on lähinnä aikuisten tauti. Naudat ja muut märehtijät ovat EHEC -bakteerin tärkeimpiä oireettomia kantajia. Kärpäset pystyvät levittämään EHEC -bakteeria ympäristöstä tilalle sekä tilan eläimiin. EHEC -tartuntaa esiintyy vuosittain jonkin verran suomalaisilla nautatiloilla ja vuonna 2004 oli *E. coli* O157 -positiivisten tilojen osuus 5,7 %. Kesällä 2011 tehdyssä tutkimuksessa STEC (mahdollinen EHEC) -bakteereja todettiin 3 %:ssa tutkituista suomalaisista raakamaitonäytteistä.

L. monocytogenes -bakteeri on yleinen ympäristöbakteeri sekä sitä esiintyy myös eläinten ja ihmisten suolistossa, mistä sitä voi päätyä rehuihin ja elintarvikkeisiin. *L. monocytogenes* kasvaa myös melko hyvin jääkaappilämpötiloissa jopa 4 °C:ssa ja se voi säilyä hengissä pakastimessa. *L. monocytogenes* -bakteerin muodostamia biofilmejä voi olla vaikea poistaa esim. lypsylaitteiston ja maitosäiliöiden pinnoilta, jos se pääsee sinne pesiytymään. Listerioosin riskiryhmiä ovat raskaana olevat, vastasyntyneet, immuunipuutteiset ja yli 60 vuotiaat. Kuolleisuus *L. monocytogenes* -bakteerin aiheuttamassa taudissa listerioosissa voi olla korkea jopa 40 %. *L. monocytogenes* -bakteeria todettiin Suomessa 6 %:ssa tutkituista raakamaitonäytteistä kesällä 2011 tehdyssä tutkimuksessa.

M. paratuberculosis -bakteerin aiheuttamaa paratuberkuloosia on todettu jonkin verran suomalaisissa lihakarjoissa ja sitä on epäilty Crohnin taudin eli ihmisen kroonisen, haavaisen paksusuolentulehduksen aiheuttajaksi, joka leviää maidon välityksellä naudoista ihmisiin. Tutkimustulokset ovat kuitenkin olleet ristiriitaisia, ja bakteerin merkitys taudin aiheuttajana on edelleen kiistanalainen.

Salmonella pystyy lisääntymään sopivissa olosuhteissa elintarvikkeissa, mutta sen alkuperä on aina uloste. Salmonellainfektion salmonelloosin riskiryhmiä ovat pikkulapset ja vanhukset. Salmonelloosin jälkitautina voi olla reaktiivinen niveltulehdus, joka voi kestää kuukausia. Tuotantoeläimet voivat saada salmonellatartunnan saastuneesta juomavedestä tai rehusta, ja kärpäset pystyvät levittämään salmonellaa ympäristöstä tiloille. Salmonellaa esiintyy vuosittain jonkin verran suomalaisilla tiloilla.

S. aureus on utaretulehdusta, myös piilevää utaretulehdusta Suomessa melko yleisesti aiheuttava mikrobi. 2005–

2006 utaretulehdusta aiheuttavista mikrobeista oli penisilliinille resistenttejä 25 %. Lisäksi sitä esiintyy ihmisten iholla sekä nenän ja suun limakalvoilla. Osa *S. aureus* -kannoista tuottaa ruokamyrkytyksiä aiheuttavia enterotoksiineja. Stafylokokin aiheuttaman ruokamyrkytyksen oireina ovat yleensä oksentelu ja vatsakivut, joskus esiintyy myös ripulia, päänsärkyä ja lihaskramppeja. *S. aureus* -bakteerin lisääntymistä elintarvikkeissa pystytään hallitsemaan korkeamattomalla kylmäketjulla (< 6 °C).

Monet eläimet mm. jyräjät ja villilinnut, siat, kissat, koirat ja jänikset toimivat *Y. pseudotuberculosis* -bakteerin yleensä oireettomina kantajina. *Y. enterocolitica* -bakteerin kantajina toimivat siat ja harvemmin märehitjät. Yersiniat pystyvät kasvamaan jääkaappilämpötiloissa ja säilyvät hengissä myös pakastimessa. Yersinioiden aiheuttaman suolistotulehduksen yersinoosin oireet muistuttavat umpilisäkkeen tulehdusta ja se voi siksi johtaa turhaan umpilisäkkeen poistoon. Jälkitautina yersinoosi voi aiheuttaa reaktiivisen niveltulehduksen, joka voi oireilla vielä vuosia infekktion jälkeen. *Y. enterocolitica* -tartunta voi myös aiheuttaa verenmyrkytyksen erityisesti immuunipuuteisille ja muille vakavasti sairaille henkilöille. Kuolleisuus verenmyrkytyksessä voi olla jopa 30 - 60 %:ia. Esiintyvyyttä naudoissa ei Suomessa tunneta kovinkaan hyvin, joten sitä pitäisi tutkia lisää. Suomalaisten tilojen raakamaidosta on pystytty eristämään vain lähinnä ei-patogeenisiä *Yersinia* -kantoja, mutta tutkimuksia on tehty melko vähän.

Voidaan olettaa, että raakamaidon kuluttajan turvallisuuden kannalta olennaisimpia utaretulehdusta aiheuttavista mikrobeista ovat piilevää utaretulehdusta aiheuttavat mikrobit, kuin kliinistä utaretulehdusta aiheuttavat mikrobit, sillä kiilinisestä utaretulehduksesta kärsivän eläimen maitoa ei pitäisi päätyä kuluttajan käyttöön. Piilevä utaretu-

lehdus voi ilmetä raakamaidon kohonena solulukuina, mutta valitettavasti kaikki piilevää utaretulehdusta aiheuttavat mikrobit eivät välttämättä nosta solulukua ja näin utaretulehdus voi jäädä havaitsematta. Utaretulehduksen esiintyvyys Suomessa oli vuonna 2010 19 %. Suomessa yleisimpiä maitonäytteistä eristetyistä piilevän utaretulehduksen aiheuttajia ovat olleet koagulaasinegatiiviset stafylokokit, *C. bovis* ja *S. aureus*, joista lähinnä *S. aureus* -bakteerilla on zoonoottista potentiaalia. Ympäristöperäiset bakteerit (koliformit ja ympäristöperäiset streptokokit) eivät ole kovin merkittävässä asemassa piilevien utaretulehdusten aiheuttajina.

Antibioottiresistenssi, joka saattaa levitä maidon välityksellä, lisää ihmisten ja eläinten sairastavuutta, kuolleisuutta ja terveydenhuollon kustannuksia. Antibioottiresistenssiä pidetään nykyään yhtenä lääketieteen vakavimmista uhkista. Raakamaidossa mahdollisesti esiintyvät antibioottiresistentit mikrobit voivat aiheuttaa terveydellistä vaaraa raakamaidon kuluttajille, koska resistenssi voi siirtyä tätä kautta ihmisiin. Suomessa on eläinten mikrobilääkkeiden käyttö hallittua ja siksi täällä todetaan eläimistä eristettyjä resistenttejä bakteerikantoja selvästi harvemmin kuin keskimäärin EU:ssa. Suomessa yleisimmin utaretulehdusten hoitoon käytetyistä mikrobilääkkeistä on ollut penisilliini. Utaretulehdusta aiheuttaneiden *S. aureus* -bakteereiden resistenssi penisilliinille on ollut Suomessa kansainvälistä tasoa, joskin selvästi pohjoismaista tasoa korkeampi. Yleisesti utaretulehdusta aiheuttavat bakteerit ovat olleet meillä melko herkkiä muille mikrobilääkkeille.

Norovirukset aiheuttavat Suomessa suuren osuuden kaikista elintarvikevälikteisistä ruokamyrkytys-epidemioiden vuosittain, esimerkiksi vuonna 2009 ne olivat selkeästi yleisin ruokamyrkytys-epidemioiden aiheuttaja sekä epidemioiden että niissä sairastuneiden ihmis-

ten lukumäärän perusteella. Useat eri tekijät vaikuttavat siihen, että norovirukset aiheuttavat epidemioita ja siten muodostavat merkittävän riskitekijän elintarvikkeiden valmistukselle. Näitä tekijöitä ovat mm. noroviruksen alhainen infektiivinen annos, virusten pitkäaikainen erittyminen infektoituneesta ihmisestä myös silloin kun ihminen on oireeton sekä viruksen kestävyys monenlaisia ympäristöolosuhteita vastaan tekevät noroviruksista merkittävän ruokamyrkytysepidemioiden aiheuttajan. Raakamaito voi saastua noroviruksella jos navetan työntekijä on noroviruksen kantaja. Vanhuksilla, lapsilla, nuorilla ja immuunipuutteisilla on muita suurempi riski saada norovirustartunnan aiheuttama vaikea-asteisempi, kuolemaan johtava tauti.

Ihmisillä todetaan Suomessa vuosittain useita Kumlinge-viruksen aiheuttamia puutiaisaivokuume- eli TBE-tartuntoja, joten lypsykarjankin tartunnat ovat mahdollisia, vaikkei niitä ole vielä tä-

hän mennessä Suomessa todettu. Syynä tähän voi olla se, ettei asiaa ole tutkittu riittävästi eikä oireettomia tartunnan kantajia ole havaittu. Jos Kumlinge-virus on tartuttanut lehmän tai vuohen, virus voi erittyä maitoon, ja maitoa juovat ihmiset saattavat sairastua puutiaisaivokuumeeseen. Puutiaisaivokuume voi olla tappava tauti.

Kryptosporidit ovat ihmisten ja eläinten suolistolaisia, jotka leviävät ensisijassa saastuneen veden välityksellä. Tartunta on mahdollista saada myös kryptosporideja sisältävää maitoa juomalla. Kryptosporidien kestomuodot, ookystat, leviävät ulosteen mukana ympäristöön voiden saastuttaa maidon. Nämä pakuseinäiset ookystat pystyvät säilymään ympäristössä tartuntakykyisinä yli puolikin vuotta. Kryptosporidi-tartunnat voivat olla oireettomia, akuutteja tai kroonisia henkilön vastustuskyvyn ja iän mukaan. Tartunta voi johtaa jopa kuolemaan. *C. parvum* -loisia on todettu Suomessa enimmäkseen nautatiloilla.

Viitteet

- Álvarez-Ordóñez A., Begley M., Prito M., Messens W., López M., Bernardo A., Hill C. (2011). *Salmonella* spp. survival strategies within the host gastrointestinal tract. *Microbiology* 157: 3268-3281.
- Balogh Z., Ferenczi E., Szeles K., Stefanoff P., Gut W., Szomor K.N., Takacs M., Berencsi G. (2010). Tick-borne encephalitis outbreak in Hungary due to consumption of raw goat milk. *Journal of virological methods* 163(2): 481-485.
- Bank-Wolf B.R., König M., Thiel H.J. (2010). Zoonotic aspects of infections with noroviruses and sapoviruses. *Veterinary microbiology* 140(3-4): 204-212.
- Benjamin MM, Datta AR. (1995). Acid tolerance of enterohemorrhagic *Escherichia coli*. *Applied and Environmental Microbiology* 61: 1669-1672.
- Bennett R.W., Monday S.R. (2003). *Staphylococcus aureus*. Teoksessa: International Handbook of Foodborne Pathogens; Toim. Miliotis M.D. & Bier J.W. CRC Press.; New York; s. 41-59
- Bordez-Benítez A. (2006). Outbreak of *Streptococcus equi* subsp. zooepidemicus infections on the island of Gran Canaria associated with the consumption of inadequately pasteurized cheese. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases* 25(4): 242.
- Caini S., Szomor K., Ferenczi E., Székelyné Gáspár Á., Csohán Á., Krisztalovics K., Molnár Z., Horváth J.K. (2012). Tick-borne encephalitis transmitted by unpasteurised cow milk in western Hungary, September to October 2011. *Euro Surveillance* 2012;17(12):pii=20128. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=20128>
- Carter M.J. (2005). Enterically infecting viruses: pathogenicity, transmission and significance for food and waterborne infection. *Journal of applied microbiology* 98(6): 1354-1380.
- CDC, Centers for Disease Control and Prevention. (2012). Majority of Dairy-related Disease Outbreaks Linked to Raw Milk. *Lehdistötiedote*, 21.2.2012. Saatavilla: http://www.cdc.gov/media/releases/2012/p0221_raw_milk_outbreak.html
- Conner D.E., Kotrola J.S. (1995). Growth and Survival of *Escherichia coli* O157:H7 under Acidic Conditions. *Applied and Environmental Microbiology* 61(1): 382-385.
- Datta A.R. (2003). *Listeria monocytogenes*. Teoksessa: International Handbook of Foodborne Pathogens; Toim. Miliotis M.D. & Bier J.W. CRC Press.; New York; s. 105-121.
- Desmasures N., Bazin F., Gueguen M. (1997). Microbiological composition of raw milk from selected farms in the Camembert region of Normandy. *Journal of applied microbiology* 83(1): 53-58.
- Djuretic T. (1997). Outbreak of *Escherichia coli* O157 infection associated with an open farm in England. *Euro surveillance* 1(13): pii=1072.
- Dogan B., Schukken Y.H., Santisteban C., Boor K.J. (2005). Distribution of serotypes and antimicrobial resistance genes among *Streptococcus agalactiae* isolates from bovine and human hosts. *Journal of clinical microbiology* 43(12): 5899-5906.

Donaldson E.F., Lindesmith L.C., Lobue A.D., Baric R.S. (2008). Norovirus pathogenesis: mechanisms of persistence and immune evasion in human populations. *Immunological reviews* 225: 190-211.

Dworkin M.S., Shoemaker P.C., Goldoft M.J., Kobayashi J.M. (2001). Reactive arthritis and Reiter's syndrome following an outbreak of gastroenteritis caused by *Salmonella enteritidis*. *Clinical Infectious Diseases* 33: 1010-1014.

EFSA (2011). Scientific report submitted to EFSA. Quantitative Microbiological Risk Assessment on *Salmonella* in Slaughter and Breeder pigs: Final Report. Prepared by VLA in consortium with DTU and RIVM. Saatavilla: <http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/doc/46e.pdf>

EFSA (2010). The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and food-borne outbreaks in the European Union in 2008. *The EFSA Journal* 8(1): 1496.

EFSA (2009). Assessment of the Public Health significance of meticillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in animals and foods – Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards. *The EFSA Journal* 993: 1-73.

EFSA (2007a). Request for updating the former SCVPH opinion on *Listeria monocytogenes* risk related to ready-to-eat foods and scientific advice on different levels of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods and the related risk for human illness – Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards. *The EFSA Journal* 599:1-42.

EFSA (2007b). Monitoring and identification of human enteropathogenic *Yersinia spp.* Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards. *The EFSA Journal* 595: 1-30.

EFSA (2005a). Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on *Bacillus cereus* and other *Bacillus spp.* in foodstuffs. *The EFSA Journal* 175: 1-48.

EFSA (2005b). Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on the request from the Commission related to *Clostridium spp* in foodstuffs. *The EFSA Journal* 199: 1-65.

EFSA & ECDC (2011). European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control; The European Union Summary Report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in the European Union in 2009. *EFSA Journal* 9(7): 2154.

Eklund M., Nuorti J.P., Ruutu P., Siitonen A. (2005). Shigatoxigenic *Escherichia coli* (STEC) infections in Finland during 1998-2002: a population-based surveillance study. *Epidemiology and infection* 133(5): 845-852.

Evira (2011a). EFSA ja Euroopan tautikeskus ECDC ovat julkaisseet yhteisen bakteerien antibioottiresistenssin v. 2009 seurantaraportin. Eviran uutiset 12.7.2011. Noudettu 27.7.2011. Saatavilla: <http://www.evira.fi/portal/fi/evira/ajankohtaista/arkisto/?bid=2638>.

FINRES-Vet (2007-2009). Finnish Veterinary Antimicrobial Resistance Monitoring and Consumption of Antimicrobial Agents. Eviran julkaisu 1/2011. Saatavilla: <http://www.evira.fi/portal/en/evira/publications?a=view&productId=238>.

FINRES-Vet (2005–2006). Finnish veterinary antimicrobial resistance monitoring and consumption of antimicrobial agents. Eviran julkaisu 22/2007. Saatavilla: www.evira.fi/uploads/WebShopFiles/1198141211941.pdf.

FINRES-Vet (2002-2003). Finnish Veterinary Antimicrobial Resistance Monitoring and Consumption of Antimicrobial Agents, EELAN julkaisusarja 6/2004; Helsinki; 41 s.

Fredriksson-Ahomaa M., Korkeala H. (2003). Low Occurrence of Pathogenic *Yersinia enterocolitica* in Clinical, Food, and Environmental Samples: a Methodological Problem. *Clinical Microbiology Reviews* 16(2): 220-229.

Glass R.I., Parashar U.D., Estes M.K. (2009). Norovirus gastroenteritis. *The New England journal of medicine* 361(18): 1776-1785.

Gonthier A, GueÂrin-FaubleÂe V, Tilly Band, Delignette-Muller ML. (2001). Optimal growth temperature of O157 and non-O157 *Escherichia coli* strains. *Letters in Applied Microbiology* 33: 352-356.

Granum P.E. & Lund T. (1997). *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS microbiology letters* 157(2): 223-228.

Gray B.M, Arnavielhe S.R. (2003). *Streptococcus* Species. Teoksessa: International Handbook of Foodborne Pathogens; Toim. Miliotis M.D. & Bier J.W. CRC Press.; New York; s. 375-405.

Hakkinen M. (2010a). *Campylobacter* -lajit. Julkaisussa: Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat, Eviran julkaisuja 1/2010; Toim. Hallanvuori S. ja Johansson T.; Helsinki; s.29-36.

Hakkinen M. (2010b). Finnish cattle as reservoir of *Campylobacter* spp. Helsingin yliopisto, eläinlääketieteellinen tiedekunta. Väitöskirja.

Hald B., Sommer H.M., Skovgard H. (2007). Use of fly screens to reduce *Campylobacter* spp. introduction in broiler houses. *Emerging infectious diseases* 13(12): 1951-1953.

Hallanvuori S, Johansson T. (2010). Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat, Eviran julkaisuja 1/2010; Toim. Hallanvuori S. ja Johansson T.; Helsinki; 208 s.

Hanes D. (2003). Nontyphoid *Salmonella*. Teoksessa: International Handbook of Foodborne Pathogens; Toim. Miliotis M.D. & Bier J.W. CRC Press.; New York; s. 41-59.

Hannu T., Mattila L., Leirisalo-Repo M. ja Siitonen A. (2002). Reactive arthritis following an outbreak of *Salmonella typhimurium* type 193 infection. *Annals of the Rheumatic Diseases* 61:264-266.

Hatakka M. & Halonen H. (2000). Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 1999. Elintarvikeviraston julkaisuja 7/2000; Edita Express Helsinki; 27 s. + liitt.

Hatakka M., Loukaskorpi M., Pakkala P. (2001). Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2000. Elintarvikeviraston julkaisuja 8/2001M; Edita Express Pasila; Helsinki; 27 s. + liitt.

Hatakka M., Johansson T., Kuusi M., Loukaskorpi M., Maijala R., Nuorti P. (2002). Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2001. Elintarvikeviraston julkaisuja 4/2002; Edita Express Pasila; Helsinki; 65 s.

Hatakka M., Johansson T., Kuusi M., Maijala R., Pakkala P., Siitonen A. (2003). Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2002. Elintarvikeviraston julkaisuja 5/2003; Edita Express Pasila; Helsinki; 69 s.

Hatakka M., Johansson T., Kuusi M., Maijala R., Pakkala P., Siitonen A. (2004). Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2003. Elintarvikeviraston julkaisuja 7/2004; Edita Express Pasila; Helsinki; 38 s. + liitt.

Hatakka M. & Wihlman H. (1999). Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 1998. Elintarvikeviraston julkaisuja 5/1999, 25 s.

Hazeleger W.C., Wouters J.A., Rombouts F.M., Abee T. (1998). Physiological activity of *Campylobacter jejuni* far below the minimal growth temperature. Applied and Environmental Microbiology 64: 3917-3922.

Heikinheimo A-M. (2010). *Clostridium perfringens*. Julkaisussa: Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat, Eviran julkaisuja 1/2010; Toim. Hallanvuori S. ja Johansson T.; Helsinki; s. 44-47.

Heinikainen S., Pohjanvirta T., Eklund M., Siitonen A., Pelkonen S. (2007). Tracing shigatoxigenic *Escherichia coli* O103, O145, and O174 infections from farm residents to cattle. Journal of clinical microbiology 45(11): 3817-3820.

Heuvelink A.E. (2006). Verocytotoxin-producing *Escherichia coli* in humans and the food chain. Radboud University Medical Center Nijmegen. Väitöskirja.

Hiitö H., Simojoki H., Autio T., Rainio V., Pelkonen S., Pyörälä S. (2012). Mastitis in Finland – changes during the recent decades. XXVII World Buiatrics Congress, Lisbon, Portugal, June 3-8 2012. Painossa.

Hohmann E.L. (2001). Nontyphoidal Salmonellosis. Clinical Infection Diseases 32: 263-269.

Hu L. & Kopecko J. (2003). *Campylobacter* Species. Teoksessa: International Handbook of Foodborne Pathogens; Toim. Miliotis M.D. & Bier J.W. CRC Press.; New York; s. 181-198.

Hulkko T., Lyytikäinen O., Jaakola S., Kuusi M., Puumala J., Ruutu P. (2011). Raportissa: Tartuntataudit Suomessa 2010. Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos 17/2011.; Unigrafia Oy (Yliopistopaino); Helsinki; 64 s.

Hulkko T., Lyytikäinen O., Kuusi M., Seppälä S., Ruutu P. (2010). Raportissa: Tartuntataudit Suomessa 1995–2009, Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos 17/2010; (Yliopistopaino); Helsinki; 85 s.

Jacobs-Reitsma W. (2008). *Campylobacter* in the food supply. Teoksessa: Campylobacter; Toim. Nachamkin I., Szymanski C.M. & Blaser M-J.; ASM Press; Washington USA; s. 467-482.

Jalava K., Ollgren J., Eklund M., Siitonen A., Kuusi M. (2011). Agricultural, socioeconomic and environmental variables as risks for human verotoxigenic *Escherichia coli* (VTEC) infection in Finland. BMC infectious diseases 11: 275.

Jansen J. & Rink L. (2011). *Streptococcus*. Teoksessa: Molecular Detection of Human Bacterial Pathogens; Toim. Dongyou L.; CRC Press; s. 323-336.

Johansson T. (2010). *Listeria monocytogenes*. Julkaisussa: Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat, Eviran julkaisuja 1/2010; Toim. Hallanvuori S. ja Johansson T.; Helsinki; s. 56-66.

Julien M.C., Dion P., Lafreniere C., Antoun H., Drouin P. (2008). Sources of clostridia in raw milk on farms. *Applied and Environmental Microbiology* 74(20): 6348-6357.

Jääskeläinen A., Korhonen T., Kuusi M., Vapalahti O. (2011) Tick-borne encephalitis in Finland. *EpiNorth* 12: 40-3.

Kerbo N., Donchenko I., Kutsar K., Vasilenko V. (2005). Tickborne encephalitis outbreak in Estonia linked to raw goat milk, May-June 2005. *Euro surveillance* 10(6): E050623.2.

Kistemann T., Zimmer S., Vagsholm I., Andersson Y. (2004). GIS-supported investigation of human EHEC and cattle VTEC O157 infections in Sweden: geographical distribution, spatial variation and possible risk factors. *Epidemiology and infection* 132(3): 495-505.

Koivula M., Pitkälä A., Pyörälä S., Mäntysaari E.A. (2007). Distribution of bacteria and seasonal and regional effects in a new database for mastitis pathogens in Finland. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, 57(2): 89-96.

Kollaritsch H., Chmelik V., Dontsenko I., Grzeszczuk A., Kondrusik M., Usonis V., Lakos A. (2011). The current perspective on tick-borne encephalitis awareness and prevention in six Central and Eastern European countries: Report from a meeting of experts convened to discuss TBE in their region. *Vaccine* 29(28): 4556-4564.

Koopmans M. & Duizer E. (2004). Foodborne viruses: an emerging problem. *International journal of food microbiology* 90(1): 23-41.

Kotiranta A., Lounatmaa K., Haapasalo M. (2000). Epidemiology and pathogenesis of *Bacillus cereus* infections. *Microbes and infection / Institut Pasteur* 2(2): 189-198.

Kuusi M., Lahti E., Virolainen A., Hatakka M., Vuento R., Rantala L., Vuopio-Varkila J., Seuna E., Karpelin M., Hakkinen M., Takkinen J., Gindonis V., Siponen K., Huotari K. (2006). An outbreak of *Streptococcus equi* subspecies zooepidemicus associated with consumption of fresh goat cheese. *BMC infectious diseases* 6: 36.

Lahti E. (2003). Cattle and reindeer as possible sources of *Escherichia coli* O157 infection in humans. Helsingin yliopisto, eläinlääketieteellinen tiedekunta. väitöskirja.

Large T.M., Walk S.T., Whittam T.S. (2005). Variation in Acid Resistance among Shiga Toxin-Producing Clones of Pathogenic *Escherichia coli*. *Applied and Environmental Microbiology* 71(5): 2493-2500.

Le Loir Y., Baron F., Gautier M. (2003). *Staphylococcus aureus* and food poisoning. Review. *Genetics and Molecular Research* 2: 63-76.

Locht, H., Kihlstrom, E., ja Lindstrom, F.D. (1993). Reactive arthritis after salmonella among medical doctors: study of an outbreak. *Journal of Rheumatology*, 20: 845-848.

Loncarevic S., Jørgensen H.J., Løvseth A., Mathisen T., Rørvik L.M. (2005). Diversity of *Staphylococcus aureus* enterotoxin types within samples of raw milk and raw milk products. *Journal of Applied Microbiology* 98: 344-350.

Lundén J., Tolvanen R., Korkeala H. (2004). Human Listeriosis Outbreaks Linked to Dairy Products in Europe. *Journal of dairy science* 87, Supplement(0): E6-E12.

Maitohygienialiitto (2012). Tilastot. Saatavilla: <http://www.maitohygienialiitto.fi/tilastot/maidon-laatu-erikokoisilla-tiloilla>. Noudettu 6.2.2012.

Manfredi Selvaggi T., Rezza G., Scagnelli M., Rigoli R., Rassu M., De Lalla F., Pellizzer G.P., Tramarin A., Bettini C., Zampieri L., Belloni M., Dalla Pozza E., Marangon S., Marchiorretto N., Togni G., Giacobbo M., Todescato A., Binkin N. (1996). Investigation of a Q-fever outbreak in Northern Italy. *European Journal of Epidemiology* 12:403-8.

Mattila L., Leirisalo-Repo M., Pelkonen P., Koskimies S., Granfors K. ja Siitonen A. (1998). Reactive arthritis following an outbreak of *Salmonella* bovis/morbificans infection. *Journal of Infection* 36: 289-295.

Mattila L., Leirisalo-Repo M., Koskimies S., Granfors K. ja Siitonen A. (1994). Reactive arthritis following an outbreak of salmonella infection in Finland. *British Journal of Rheumatology* 33: 1136-1141.

McClane B.A. (2003). *Clostridium perfringens*. Teoksessa: International Handbook of Foodborne Pathogens; Toim. Miliotis M.D. & Bier J.W. CRC Press.; New York; s. 91-105.

Meriluoto M. (2009). Lypsytekniikan ja vuodenajan vaikutus raakamaidon mikrobiologiseen laatuun. Metropolia ammattikorkeakoulu, bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma . Insinööriyö.

Milliotis MD, Bier JW. (2003). *Yersinia species*. Teoksessa: International Handbook of Foodborne Pathogens; Toim. Miliotis M.D. & Bier J.W. CRC Press.; New York; s. 323-355.

Milne L.M., Plom A., Strudley I., Pritchard G.C., Crooks R., Hall M., Duckworth G., Seng C., Susman M.D., Kearney J., Wiggins R.J., Moulds M., Cheasty T., Willshaw G.A. (1999). *Escherichia coli* 0157 incident associated with a farm open to members of the public. *Communicable Disease and Public Health* 2: 22-26.

Mikkilä A., Ranta J., Tuominen P. (2011). Bayesian Information Synthesis in Salmonella Risk Assessment. NBBC11 (3 rd Nordic-Baltic Biometric Conference).

Minami K, Sakiyama M, Suzuki H and N Yoshikawa. (2003). Pyomyositis of the vastus medialis muscle associated with *Salmonella* enteritidis in a child. Case report. *Pediatric Radiology* 33: 492-494.

Minges L.R., Brown P.J., Veldkamp P.J. (2011). Human meningitis from *Streptococcus equi* subsp. zooepidemicus acquired as zoonoses. *Epidemiology and infection* 139(3): 406-410.

Nataro J.P. & Kaper J.B. (1998). Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Clinical microbiology reviews* 11(1): 142-201.

Niskanen T., Kuusi M., Johansson T., Siitonen A., Tuominen P. (2005). Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2004. Elintarvikeviraston julkaisu 6/2005; Edita Express Pasi-la; Helsinki; 40 + liitt.

Niskanen T., Johansson T., Kuusi M., Raahenmaa M., Siitonen A., Tuominen P. (2006). Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2005. Eviran julkaisu 2/2006; Edita Prima; Helsinki; 52 s.

Niskanen T., Johansson T., Siitonen A., Kuusi M., (2007). Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2006. Elintarviketurvallisuusviraston julkaisuja 21/2007; Multiprint; Helsinki; 62 s.

Niskanen T., Korhonen T., Siitonen A., Johansson T., Miettinen I. (2010a). Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2007. Elintarviketurvallisuusviraston julkaisuja 13/2010; Elintarviketurvallisuusvirasto Evira, Virastopalveluyksikkö; Helsinki; 62 s.

Niskanen T., Korhonen T., Siitonen A., Johansson T., Miettinen I. (2010b). Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2008. Elintarviketurvallisuusviraston julkaisuja 14/2010; Elintarviketurvallisuusvirasto Evira, Virastopalveluyksikkö; Helsinki; 62 s.

Niskanen T., Korhonen T., Pihlajasaari A., Miettinen I., Siitonen A., Johansson T. (2011). Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2009. Elintarviketurvallisuusviraston julkaisuja 2/2011; Elintarviketurvallisuusvirasto Evira, Virastopalveluyksikkö; Helsinki; 69 s.

Park J.Y., Fox L.K., Seok Seo K., McGuire M., Ho Park Y., Rurangirwa F.R., Sischowicz G.A. (2011). Detection of classical and newly described staphylococcal superantigen genes in coagulase-negative staphylococci isolated from bovine intramammary infections. *Veterinary Microbiology* 147: 149-154.

Patel M.M., Hall A.J., Vinje J., Parashar U.D. (2009). Noroviruses: a comprehensive review. *Journal of clinical virology : the official publication of the Pan American Society for Clinical Virology* 44(1): 1-8.

Paton J.C. & Paton A.W. (1998). Pathogenesis and diagnosis of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* infections. *Clinical microbiology reviews* 11(3): 450-479.

Pawa N., Vanezis A.P., Tutton M.G. (2009). Spontaneous bowel perforation due to norovirus: a case report. *Cases Journal* 2: 9101.

Pelletier C. (2011). *Coxiella burnetii*. Teoksessa: *Molecular Detection of Human Bacterial Pathogens*; Toim. Dongyou L.; CRC Press.; New York; s. 837-848.

Pitkälä A., Virtanen T., Joutsen S., Leimi A., Tuominen P. (2009). *Yersinia enterocolitica* ja *Yersinia pseudotuberculosis* suomalaisissa elintarvikkeissa -riskiprofiili, Eviran tutkimuksia 2/2009. 77 s.

Pitkälä A., Haveri M., Pyörälä S., Myllys V., Honkanen-Buzalski T. (2004). Bovine mastitis in Finland 2001--prevalence, distribution of bacteria, and antimicrobial resistance. *Journal of dairy science* 87(8): 2433-2441.

Rajkowski R.T., Bennett R.W. (2003). *Bacillus cereus*. Teoksessa: *International Handbook of Foodborne Pathogens*; Toim. Miliotis M.D. & Bier J.W. CRC Press.; New York; s. 105-121.

Reineman D.J. (2009). Methods for interpretation of bulk tank cultures and udder hygiene tests for diagnosing high bacteria counts: or, a high lpc count is not always a cleaning failure. *NMC Annual Meeting* 48: 42-51.

Rosef O. & Kapperud G. (1983). House flies (*Musca domestica*) as possible vectors of *Campylobacter fetus* subsp. jejuni. *Applied and Environmental Microbiology* 45(2): 381-383.

- Ryan U., Simone M., Caccio` S. (2010). *Cryptosporidium*. Teoksessa: Molecular Detection of Foodborne Pathogens; Toim. Dongyou L.; CRC Press.; New York; s. 651-665.
- Samuel M.P., Zwillich S.H., Thomson G.T., Alfa M., Orr K.B., Brittain D.C., Miller J.R., Phillips P.E. (1995). Fast food arthritis--a clinico-pathologic study of post-Salmonella reactive arthritis. The Journal of rheumatology 22(10): 1947-1952.
- Sánchez-Vargas F.M., Abu-El-Haija M.A., Gómez-Duarte O.G. (2011). Salmonella infections: An update on epidemiology, management, and prevention. Travel Medicine and Infectious Disease 9(6): 263-277.
- Stenfors Arnesen L.P., Fagerlund A., Granum P.E. (2008). From soil to gut: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. FEMS Microbiology Reviews 32(4): 579-606.
- Stringer S.C., George S.M., Peck M.W. (2000). Thermal inactivation of *Escherichia coli* O157:H7. Journal of Applied Microbiology Symposium Supplement 88: 79-89.
- Studahl A., Andersson Y. (2000). Risk factors for indigenous *Campylobacter* infections: a Swedish case control study. Epidemiology and Infection 125:269-275.
- Svensson L. (2000). Diagnosis of foodborne viral infections in patients. International journal of food microbiology 59(1-2): 117-126.
- THL, Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. (2011a). Guillain-Barrén oireyhtymä ja rokotukset. Saatavilla: http://www.ktl.fi/portal/suomi/terveyden_ammattilaisille/rokottaminen/pandemiarokotukset/pandemiarokotusten_turvallisuus/guillain-barr_n_oi-reyhtyma_ja_rokotukset/.
- THL, Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. (2011b). Tartuntataudit Suomessa 2010. Raportissa: Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Raportti 17/2011; Toim. Hulkko T., Lyytikäinen O., Jaakola S., Kuusi M., Puumala J., Ruutu P.; Unigrafia Oy (Yliopistopaino); Helsinki; 64 s.
- THL, Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. (2011c). Ehec-infektio. Saatavilla: http://www.ktl.fi/portal/suomi/tietoa_terveydesta/terveys_ja_sairaudet/infektiotaudit/suolistoinfektiot/ehec-infektio.
- THL, Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. (2010). Tartuntatautirekisterin tilastotietokanta. Päivitetty 9.7.2010.
- Tilastokeskus. (2008). Väestön ennakkotilasto 2008. Julkaistu 31.12.2008. Saatavilla: http://www.stat.fi/til/vamuu/2008/vamuu_2008_2008-12-30_tie_001_fi.html. Noudettu 23.8.2010.
- Tilastokeskus. (2007). Väestön ennakkotilasto 2007. Julkaistu 31.12.2007. Saatavilla: http://www.stat.fi/til/vamuu/2007/vamuu_2007_2007-12-28_tie_001_fi.html. Noudettu 23.8.2010.
- Tilden J., Jr, Young W., McNamara A.M., Custer C., Boesel B., Lambert-Fair M.A., Majkowski J., Vugia D., Werner S.B., Hollingsworth J., Morris J.G., Jr (1996). A new route of transmission for *Escherichia coli*: infection from dry fermented salami. American Journal of Public Health 86(8): 1142-1145.

Tonteri E., Jaaskelainen A.E., Tikkakoski T., Voutilainen L., Niemimaa J., Henttonen H., Vaheri A., Vapalahti O. (2011). Tick-borne encephalitis virus in wild rodents in winter, Finland, 2008-2009. *Emerging infectious diseases* 17(1): 72-75.

Tuominen P., Seppänen J., Seuran E., Pelkonen S., Maijala R. (2004). Paratuberkuloosi suomalaisessa emolehmätuotannossa ja eri toimenpiteiden vaikutus siihen, kuvaileva riskinarviointi, EELAn julkaisusaja 02/2004; Adverbi Oy; Tampere; 68 s.

Twisselmann B. (2001). A case of HUS in the Netherlands. *Euro Surveillance* 5(2):pii=1824.

Tzipori S. (2003). *Cryptosporidium parvum*. Teoksessa: International Handbook of Foodborne Pathogens; Toim. Miliotis M.D. & Bier J.W. CRC Press.; New York; s. 487-502.

van der Linden M., Haylett R.S., Reinert R.R., Rink L. (2010). Streptococcus. Teoksessa: Molecular Detection of Foodborne Pathogens; Toim. Dongyou L.; CRC Press.; New York; s.259-269.

Vincent P.R., Lang P., Pavinski Bitar P.D., Lefe'bure T., Schukken Y.H., Zadoks R.N., Stanhop M.J. (2011). Comparative genomics and the role of lateral gene transfer in the evolution of bovine adapted *Streptococcus agalactiae*. *Infection, Genetics and Evolution* 11: 1263-1275.

Waldenström J., Lundkvist A., Falk K.I., Garpmo U., Bergström S., Lindegren G., Sjöstedt A., Mejlön H., Fransson T., Haemig P.D., Olsen B. (2007). Migrating birds and tickborne encephalitis virus. *Emerging infectious diseases* 13(8): 1215-1218.

Wang G, Zhao T, Doyle MP. (1997). Survival and Growth of *Escherichia coli* O157:H7 in Unpasteurized and Pasteurized Milk. *Journal of Food Protection* 60(6): 610-613.

Watts J.L. (1988). Etiological agents of bovine mastitis. *Veterinary microbiology* 16(1): 41-66.

Welinder-Olsson C. & Kaijser B. (2005). Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC). *Scandinavian Journal of Infectious Diseases* 37(6-7): 405-416.

Zoonoosikeskus. (2011a). Välittäjäelintarvikkeet. Saatavilla: <http://www.zoonoosikeskus.fi/portal/fi/ruokamyrkytykset/valittajaelintarvikkeet/>. Noudettu 16.12.2011.

Zoonoosikeskus. (2011b). Zoonoosit Suomessa 2000-2010. Zoonoosikeskusryhmä (toim.);Helsinki; 88s.

Liite 2

“Niin kuin luonto on sen tarkoittanut”

**Raakamaito:
koostumus, käsittely meijerissä ja terveysvaikutukset**

Saara Pietilä

Helsingin yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta

Kandidaattitutkielma 16.12.2011

1 Johdanto

Tämän työn tarkoituksena on selvittää lehmästä saatavan raakamaidon ja meijerikäsittelyn maidon eroavaisuuksia sekä eritellä raakamaidon terveellisyyteen liittyviä käsityksiä. Raakamaidolla tarkoitetaan Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY/853/2004) mukaisesti sellaista maitoa, jota ei ole kuumennettu yli 40 °C:n lämpötilaan tai käsitelty millään vaikutukseltaan vastaavalla tavalla. Suomalaiset joivat maitoa vuoden 2010 Ravintotaseen (Tike 2010) mukaan vuodessa keskimäärin 135 litraa, josta raakamaidon osuus oli 1,8 litraa. Päivittäinen maidon juonti henkeä kohden oli 3,7 dl, josta raakamaitoa oli 0,05 dl. Raakamaidon kuluttajakunta on kuitenkin suhteellisen pieni, joten todellinen kulutus sitä nauttivilla henkilöillä on paljon suurempi.

Raakamaito voi aiheuttaa ruokamyrkytyksiä, ja siksi sen myyntiä on riskinhallintakeinona rajattu. Maidontuottajtila saakin myydä raakamaitoa suoraan kuluttajalle ainoastaan 2 500 litraa vuodessa (EL 23/2006, 13 §). Elintarvikelakia uudistettiin vuoden 2011 syyskuussa ja sen myötä tarkastettiin myös raakamaitoon liittyvää elintarvikeasetusta. Elintarviketurvallisuusvirasto Evirassa on käynnissä riskinarvioinnin tutkimusryhmän projekti ”Suomessa tuotetun raakamaidon biologiset vaarat”, jonka tarkoituksena on tuottaa tietoa raakamaitoon liittyvistä riskeistä muun muassa elintarvikelainsäädäntöä uusiville päättäjille. Osana projektia selvitetään myös kuluttajien käyttötottumuksia ja näkemyksiä raakamaidosta. Raakamaito jakaa mielipiteitä: sillä oletetaan olevan hyödyllisiä vaikutuksia, mutta toisaalta raakamaidossa olevat bakteerit voivat aiheuttaa vakaviakin ruokamyrkytyksiä.

Raakamaitoa ja sen positiivisia vaikutuksia on tutkittu varsin vähän. Yleensä tutkimuksissa on painotettu raakamaidon riskejä tai maidon teknologisia ominaisuuksia. Tässä työssä keskitytään nimenomaan raakamaidon positiivisiin vaikutuksiin. Jotta raakamaitoa ja meijerikäsiteltyä maitoa voidaan vertailla, on hyvä tuntea perusasiat maidon koostumuksesta ja meijerikäsittelystä. Näitä asioita käsitellään työn aluksi maitoteknologian oppikirjojen, muutaman tieteellisen artikkelin sekä raakamaitoa koskevan MTT:n Jokioisten julkaisun avulla. Valio Oy:n ja Maito ja Terveys ry:n tuottamasta materiaalista on saatu tiedot Suomessa käytössä olevista prosessointimenetelmistä. Kun perusasiat maidosta ja sen käsittelystä on selvitetty, siirrytään erittelemään Eviran kuluttajakyselyssä nousseita yleisimpiä raakamaidon terveellisyyteen liittyviä käsityksiä. Tässä osiossa lähdemateriaalina ovat vertaisarvioidut tutkimusartikkelit ja niitä kokoavat katsausartikkelit.

2 Raakamaidon koostumus

Maidon yhdisteistä 96 % on vesiliukoisia ja 4 % rasvaliukoisia. Veden osuus maidosta on 87 %, johon vesiliukoiset kuiva-aineet kuten hiilihydraatit, proteiinit, B- ja C-vitamiinit sekä kivennäisaineet ovat liuenneet. Rasvaliukoisen osan muodostavat triglyseridit, muut rasvahappoyhdisteet sekä rasvaliukoiset vitamiinit. Terveen lehmän utareessa oleva maito on mikrobittonta. Heti utareen ulkopuolella maito altistuu hapelle ja mikrobeille, mikä vaikuttaa myös maidon koostumukseen (Walstra ym. 2006). Taulukossa 1 on esitetty maidon pääkomponenttien keskimääräiset pitoisuudet.

Taulukko 1. Maidon koostumus (Walstra ym. 2006).

| Komponentti | Keskimääräinen pitoisuus maidossa % | Keskimääräinen pitoisuus kuiva-aineissa % |
|------------------------|-------------------------------------|---|
| vesi | 87,1 | |
| kuiva-aine | 12,9 | |
| rasvaton kuiva-aine | 8,9 | |
| <i>laktoosi</i> | 4,6 | 36 |
| <i>rasva</i> | 4 | 31 |
| <i>proteiini</i> | 3,3 | 25 |
| <i>kivennäisaineet</i> | 0,7 | 5,4 |

Maidon koostumus ja ominaisuudet vaihtelevat jopa lehmäkohtaisesti eri lypsykerroilla. Vaihtelua aiheuttavat muun muassa geneettiset tekijät (rotu/yksilö), lehmän ikä, lypsyn vaihe, laktaatiovaihe (poikimisen jälkeinen ternimaito), lehmän mahdollinen sairaus-tila sekä ravinnon laatu, ympäristöolot ja vuodenaika (Walstra ym. 2006).

Laktoosi

Maidon hiilihydraatti on pääosin maitosokeria eli laktoosia, joka muodostuu lehmän utareessa kahdesta monosakkaridista, galaktoosista ja glukoosista. Laktoosia on ainoastaan maidossa ja sen määrä eri nisäkkäillä vaihtelee. Lehmän maidossa laktoosia on noin 4,6 %, ihmisen maidossa laktoosin osuus on 6,3 % (Walstra ym. 2006). Maidossa on vähäisessä määrin myös monosakkarideja, pääosin glukoosia ja galaktoosia, sekä oligosakkarideja (Jokela ym. 1998). Laktoosilla on kaksi muotoa, α - ja β -anomeerit, jotka voivat muuttua toisikseen lämpötilan, happamuuden ja laktoosipitoisuuden mukaan. Laktoosin muoto ei vaikuta ravitsemussellisiin tekijöihin (Walstra ym. 2006).

Rasva

Maidossa on noin 4 % erilaisia rasvoja ja rasvaliukoisia yhdisteitä, jotka muodostavat öljy-vesi-emulsion yhdessä maidon vesiliukoisien osien kanssa (Walstra ym. 2006). Maidon rasva on pääosin

rasvapallosissa, jotka ovat maidon suurimpia mutta kevyimpiä partikkeleita (halkaisija 0,2 - 15 μ m) (Huppertz ja Kelly 2009). Rasvapallosten ulkoseinämät eli membraanit koostuvat pääosin proteiineista, entsyymeistä ja fosfolipideistä sekä kerebrosideista ja kolesterolistä. Rasvapallosten keveys yhdessä painovoiman kanssa aiheuttavat maidon kermoutumisen, jossa rasvapallot nousevat maidon pintaan rasvakerrokseksi (Walstra ym. 2006).

Maitorasva on pääosin triglyserideinä, joissa kolme rasvahappoa on liittynyt glyseroliin. Jäljelle jäävän osuuden muodostavat muut lipidiyhdisteet sekä vapaat rasvahapot (Walstra ym. 2006). Maidosta on löydetty yli 400 rasvahappoa, mikä selittää erilaisten lipidiyhdisteiden valtavan määrän ja sitä kautta maitorasvan koostumuksen vaihtelun (Huppertz ja Kelly 2009). Rasvahappokoostumus määrittelee maitorasvan kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet, kuten esimerkiksi sulamisalueen, reaktiivisuuden sekä ravitsemuksellisen arvon. Maitorasvan rasvahapoista kaksi kolmannesta on kovaa eli tyydyttynyttä rasvaa, hieman yli neljännes on kerta-tyydyttymättömiä ja loput monityydyttymättömiä rasvahappoja (Walstra ym. 2006). Lehmän ravinnon rasvan laadulla on selvä yhteys maitorasvan laatuun ja määrään (Huppertz ja Kelly 2009).

Raakamaidon rasvassa on triglyseridejä 98,3 %, diglyseridejä 0,3 % ja monoglyseridejä 0,03 %. Maidon luontaiset sekä bakteerien tuottamat lipaasient-

syymit pilkkovat lipolyysissä triglyseridejä hitaasti di- ja edelleen monoglyserideiksi, jolloin maitoon muodostuu myös vapaiden rasvahappojen ryhmä (tuoreessa raakamaidossa 0,1 %). Maidossa olevat rasvaliukoiset vitamiinit E, A ja D ovat liuenneina rasvaosassa (Walstra ym. 2006).

Maidon rasva reagoi herkästi. Erityisesti hapettumisreaktioilla on suuri vaikutus maidon säilyvyyteen ja makuvirheiden (rasvainen, kalainen, metallinen jne.) syntyyn. Myös vapaat rasvahapot aiheuttavat maitoon virhemakuja. Lämpötilan nousu ja valo nopeuttavat hapettumisreaktiota, ja siksi maidon säilytystä lasipurkissa ei suositella. Maidossa on luontaisia antioksidantteja (tokoferoli, β -karoteeni, superoksididismutaasi), jotka pystyvät hidastamaan tai pysäyttämään hapettumisen. Antioksidantit kuluvat myös itse reaktioissa, joten niiden hapettumista estävä vaikutus heikentyy ajan myötä. Raakamaidon rasvaprosentti on suuri. Siksi se on myös jäädytettynä altis hapettumisreaktioille (Walstra ym. 2006).

Proteiinit

Maidossa on 3 - 3,5 % proteiineja, joista noin viidesosa on heraproteiineja ja loput pääosin kaseiineja. Myös entsyymit luetaan maidon proteiinien joukkoon. Proteiinit rakentuvat 20 erilaisesta aminohaposta, jotka peptidisidoksin muodostavat aminohappoketjuja ja edelleen proteiineja. Pääosa heraproteiineista ja entsyymit ovat globulaari-proteiineja, joille tietty muoto on niiden toiminnan kannalta välttämätöntä. Kaseiinien toimintaan rakenne sen sijaan ei vaikuta. (Walstra ym. 2006).

Kaseiinit ovat yksinomaan maidosta löytyviä suurikokoisia proteiineja, joiden osuus maidosta on 2,6 % ja maitoproteiineista yli 75 %. Kaseiinit ovat maidossa pääosin molekyylikomplekseina eli kaseiinimiselleinä (keskim. halkaisija 0,4 μ m), jotka sisältävät kaikkia viittä kaseiinityyppiä sekä myös kalsiumia,

fosforia ja rikkiä. Kaseiinimisellit muodostavat maitoon sienimäisen verkoston, joka sulkee maitorasvan sisälleen ja sitoo hyvin myös vettä. Misellin rakenne antaa maidolle kaseiinin puhtaan valkoisen värin (Walstra ym. 2006).

Noin viidennes maidon proteiineista on vesiliukoisia heraproteiineja, joihin kuuluvat β -laktoglobuliini (osuus maidon proteiineista 9,8 %), α -laktalbumiini (3,7 %), immunoglobuliinit (2,4 %), proteosipeptonit (2,4 %) ja seerumi-albumiini (1,2 %). Heraproteiinit ovat maidossa molekulaarisessa muodossa tai pieninä kasaumina. Heraproteiinit ovat lämpöherkkiä ja denaturoivat helposti, jolloin heraproteiinit saostuvat kaseiinimisellien pinnalle (Walstra ym. 2006).

Maidossa on yli 50 erilaista entsyymiä, joista osa on maidossa luontaisesti (esimerkiksi peroksidaasit, katalaasit, fosfaatasit, lipaasit ja proteinaasit) ja osa on mikrobien erittämiä tai niiden hajoamisen yhteydessä vapautuvia (lipaasit ja proteinaasit) (Jokela ym. 1998). Entsyymit ovat sekä rasvapallosten membraaneilla että vesiosassa liuenneena tai kaseiinimiselleihin kiinnittyneinä. Suurimmalla osalla entsyymeistä ei näytä olevan biologista funktiota maidossa, vaikka pitoisuus olisi suurikin. Osa entsyymeistä pilaa maitoa, osalla on antimikrobinen tai muu hyödyllinen rooli. Pilaavia entsyymejä ovat rasvan hajo- tusta katalysoivat lipaasit ja proteiineja pilkkovat proteinaasit sekä katalaasit. Antimikrobisia entsyymejä ovat peroksidaasit sekä superoksididismutaasit. Fosfataaseista alkalisen fosfataasin inaktivoitumista käytetään pastöroinnin onnistumisen mittarina, katalaaseja hyödynnetään maidossa olevien bakteerilajien tunnistamisessa (Walstra ym. 2006).

Kivennäis- ja hivenaineet, vitamiinit

Maito sisältää monia kivennäis- ja hivenaineita. Ne ovat maidossa ioneina ja ioniyhdisteinä vesiosassa tai sitoutu-

neena proteiineihin (Jokela ym. 1998). Kivennäis- ja hivenaineet ovat maidossa luonnostaan, mutta niiden määrään voidaan vaikuttaa lisäämällä aineen pitoisuutta lehmän rehussa (Walstra ym. 2006). Tärkeimpinä kivennäisaineina voidaan pitää kalsiumia ja fosfaattia. Maidosta löytyy merkittävästi myös muun muassa fosforia, jodia, magnesiumia ja sinkkiä, mutta rautaa on maidossa vain vähän (Jokela ym. 1998). Jotkut maidon sisältämät hivenaineet ovat myrkyllisiä, mutta niitä esiintyy hyvin harvoin vaarallisina pitoisuuksina. Tällaisia hivenaineita ovat esimerkiksi kadmium, elohopea ja lyijy (Walstra ym. 2006).

Maito sisältää kaikkia vitamiineja, mutta vain osaa sellaisissa määrissä, että niillä on ravitsemuksellista merkitystä. Tällaisia ovat A-vitamiini ja sen esiaste sekä monet B-ryhmän vitamiinit (Jokela ym. 1998). Vitamiineilla on myös muita tehtäviä maidossa: esimerkiksi karotenoidit antavat rasvalle sen kellertävän värin, B2-vitamiini aiheuttaa heran kellertävän värin sekä toimii valon aiheuttamien makuvirheiden muodostuksessa. Tokoferolit (E-vitamiinit) toimivat antioksidantteina vähentäen makuvirheiden syntymistä (Walstra ym. 2006).

Muut aineet

Maidossa on pieniä pitoisuuksia myös muita aineita. Lisää aineita havaitaan koko ajan, kun tutkimusmenetelmät kehittyvät. Suurin osa aineista on luonnollisia maidon osia, jotka ovat erittyneet lehmän rintarauhasesta maitoon. Lehmän elimistöstä voi maitoon kulkeutua myös erilaisia hormoneja (prolaktiini, somatotropiini ja steroidit) sekä somaattisia soluja. Osa aineista pääsee maitoon kontaminaation kautta. Myös reaktioiden, entsyymien ja mikrobitoiminnan seurauksesta maitoon muodostuu uusia aineita (Walstra ym. 2006). Maidossa voi olla myös jäämiä lääketaiteista ja rehussa olleista aineista (Jokela ym. 1998). On huomattava, että

sama yhdiste voi olla monen edellä mainitun tulos

Mikrobiologinen koostumus

Raakamaito on hyvä ravinteiden ja energian lähde mikro-organismeille, jotka ovat pääosin bakteereita. Maidosta voi löytyä myös joitain hiivoja, homeita ja alkueläimiä (Walstra ym. 2006). Terveen lehmän utareessa maito on steriiliä, mutta heti lypsämishetkellä alkaa raakamaidon kontaminoituminen vedinkanavasta, lypsylaitteistosta, lehmän utareen pinnalta, lypsäjästä, tilasäiliöstä sekä navettailmasta. Raakamaidossa bakteerien kasvuun vaikuttaa muun muassa maidon säilytyslämpötila ja -aika, kilpailevien bakteerilajien määrä sekä tilan tuotantohygienia. Nopea jäähditys lypsyn jälkeen ja maidon pitäminen alhaisessa lämpötilassa (+4 °C) hidastavat bakteerien kasvua huomattavasti. Maidossa on luonnostaan myös antimikrobisia komponentteja, jotka hidastavat tai estävät joidenkin bakteerien kasvua (ISMSF 2005).

Raakamaidon terveystriskit liittyvät sen mikrobiologiseen koostumukseen. Osa maidon bakteereista on haitallisia tai jopa vaarallisia ihmisille, koska ne aiheuttavat erilaisia infektioita ja ruokamyrkytyksiä. Ruokamyrkytyksiä aiheuttavat itiöt ja bakteerien erittämät myrkyt (esim. *Staphylococcus aureuksen enterotoksiini*). Infektiot johtuvat bakteerien (esim. *Campylobacter spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*) kasvusta ruoansulatuskanavassa (Touch ja Deeth 2009). Patogeeniset mikrobit ovat peräisin joko tulehtuneesta utareesta tai ympäristöstä (ICMSF 2005). Maidon patogeeneja ei kuitenkaan ole pidetty Suomessa suurena ongelmana, koska niitä esiintyy vähän. (Jokela ym. 1998).

Pilaajabakteerit nimensä mukaisesti pilaavat maitoa. Vaikka maitoa säilytetäisiin viileässä, pystyvät psykrotrofiset pilaajabakteerit kasvamaan ja tuotta-

maan kuumennusta kestäviä proteiinaaseja ja lipaaseja, jotka toimiessaan aiheuttavat maitoon makuvirheitä. Tavallisimmat maitoa pilaavat bakteerit ovat maitohappobakteerit, psykrotrofit sekä itiöitä muodostavat bakteerit (Touch ja Deeth 2009). Maitohappobakteerien puhtasviljelmiä hyödynnetään meijeriteollisuudessa esimerkiksi happanmaitotuotteiden valmistuksessa.

3 Raakamaidon käsittely meijerissä

Lypsytiloilta kerättyä raakamaitoa käsitellään meijereissä niin, että maidon koostumus ja mikrobitaso muuttuvat. Raakamaitoa prosessoidaan, jotta maidon laatu ja turvallisuus saadaan varmistettua. Käsittelyt ovat pääosin lämpö- tai mekaanisia käsittelyjä, jotka muuttavat lähinnä maidon kemiallisia ainesosia. Muutokset vaikuttavat myös

maidon fysikaalisiin ja ravitsemuksellisiin ominaisuuksiin (Rokka ja Korhonen 1998).

Suomessa meijerit hakevat maitotiloilta heti lypsytyn jälkeen jäähdytettyä raakamaitoa noin joka toinen päivä. Meijerissä raakamaitoerän laatu varmistetaan ja se siirretään siiloihin odottamaan jatkokäsittelyä. Raakamaidon prosessointimenetelmiä ovat separointi ja vakiointi, homogenointi sekä erilaiset lämpökäsittelyt. Maitoon lisätään D-vitamiinia ja laktoosia voidaan vähentää tai se voidaan poistaa kokonaan (Valio Oy 2011). Kuvassa 1 on esitetty vuokaavioina raakamaidon ja prosessoidun maidon reitit kuluttajalle. Kaaviosta voidaan havaita, että molempien maitojen tuotantoketjuun kuuluu lypsytyn jälkeinen jäähdytys, maidon pakkaaminen ja kuljetus kauppaan ennen maitojen pääsyä kuluttajalle asti.



Kuva 1. Raakamaidon ja prosessoidun maidon reitit lypsystä kuluttajalle.

Separointi ja vakiointi

Raakamaidossa on keskimäärin 4 % rasvaa, mutta Suomessa myynnissä olevat maidot ovat vähärasvaisempia (0 - 3,5 %). Tämän vuoksi maidon prosessointi aloitetaan mekaanisilla käsittelyillä, jotka muokkaavat maidon rasvapitoisuutta. Separointi on käsittely, jossa keskipakovoiman avulla rasvaosa eli kerma erotetaan rasvattomasta maidosta. Ennen separointia maito lämmitetään 40 - 50 °C:ksi, jotta maitorasva erottuu helpommin (Walstra ym. 2006). Vakioinnilla maitoon saadaan haluttu rasvapitoisuus yhdistämällä rasvatonta maitoa ja rasvaosaa sopivassa suhteessa. Separointi ja vakiointi saattavat vaikuttaa maidon komponentteihin: rasvapalloset voivat vahingoittua ja altistua lipolyysille ja proteiineja voi denaturoitua, koska lämpötila nousee (Rokka ja Korhonen 1998).

Vitaminointi

Suomessa nestemäisiin maitotuotteisiin (pl. luomutuotteet) lisätään Valtion ravitsemusneuvottelukunnan suosituksesta D3-vitamiinia 10 µg/100 ml (VRN 2010). Vitaminointi tehdään lisäämällä maitoon maissiöljyyn liuotettua D3-vitamiinia ennen homogenointia. Homogenointi varmistaa vitamiiniliuoksen tasaisen sekoittumisen (Urho 2007).

Homogenointi

Homogenointi on mekaaninen käsittely, jonka tarkoituksena on varmistaa maidon tasainen koostumus ja parantaa maidon aistittavaa laatua. Homogenointi vaikuttaa maidon ominaisuuksiin, ulkonäköön ja -muotoon (Rokka ja Korhola 1998). Maitoa on homogenoitu maailmanlaajuisesti 1960-luvulta lähtien. Suomessa homogenoidaan luomumaitoa lukuun ottamatta kaikki nestemäiset maitotuotteet (Urho 2007). Homogenointi huonontaa maidon juoksettuvuutta. Tämän vuoksi voi, kuohu-

kerma, viili ja juusto valmistetaan homogenoimattomasta maidosta (Walstra 2006).

Homogenisaattori pilkkoo maidon rasvapalloset niin pieniksi osiksi, etteivät ne enää erotu maidon vesiosasta. Haluaisijaltaan vajaan yhden mikrometrin kokoiset rasvapisararat eivät myöskään nouse kovin nopeasti maidon pintaan, eli kermoutuminen hidastuu huomattavasti tai se estyy kokonaan. Käsittelyn aluksi maito lämmitetään 60 °C:ksi, jotta rasvaosa sulaa. Homogenisaattorissa maito johdetaan suodattimen läpi. Paineen ansiosta reikiä suuremmat partikkelit pilkkoutuvat (Rokka ja Korhola 1998). Alkuperäisen rasvapallosen ulkomembraani hajoaa, kun palloset pienenevät. Homogenointi pienentää rasvapartikkelien kokoa, mutta samalla niiden määrä kasvaa, jolloin maidon vesi- ja rasvaosan kosketuspinta-ala moninkertaistuu. Homogenisaattorissa rasvapartikkelit hajoavat, yhdistyvät ja muotoutuvat uudestaan jopa viisikymmentä kertaa käsittelyn aikana (Walstra 2006).

Homogenoinnin vaikutukset maidon ominaisuuksiin

Koska rasvapisaroiden pinta-ala laajenee, ei vanha membraanikerros enää riitä peittämään sitä. Rasvapartikkelin uudessa pintakerroksessa on jäljellä alkuperäistä membraania enää noin 10 - 30 % pinta-alasta (Walstra ym. 2006). Homogenoinnin jälkeen maidon rasva on kolmessa eri partikkelimuodossa: pääosin uuden kaseiini- ja heraproteiinikalvon peittämänä rasvapisaroina, mutta myös alkuperäisinä rasvapallosina ja pieninä rasvapisaroina (Michalski 2006). Uuden membraanin kalvoproteiineista 93 % on kaseiineja, ja siksi rasvapisararat käyttäytyvät samalla tavalla kuin suurikokoiset kaseiinimisellit. Homogenoitu maito näyttää valkoiselta, sillä kellertävä maitorasva on valkoisen kaseiiniverkoston sisällä (Walstra ym. 2006).

Rasvapisaroiden uuden pintarakenteen takia maidon kuumuudenkestävyys huonontuu (Walstra ym. 2006). Maito muuttuu homogenoinnissa valoherkemmäksi, jolloin maito hapettuu helpommin (Rokka ja Korhola 1998). Homogenointi voi aktivoida rasvaa hajottavat lipaasit, jotka läpäisevät helpommin rasvapisaran uuden kalvon. Homogenoitu maito pastöroidaan nopeasti käsittelyn jälkeen juuri lipaasien inaktivoimiseksi, sillä raakamaito pilaantuu muutamassa minuutissa homogenoinnin jälkeen (Walstra ym. 2006).

Homogenointi vaikuttaa maidon proteiinien imeytymiseen, sillä suurempikokoiset kaseiinimisellit imeytyvät ruoansulatuksessa ennen pienempiä misellipartikkeleita (Walstra ym. 2006). Homogenoidun maidon rasva imeytyy homogenoimatonta rasvaa helpommin elimistön käytettäväksi, sillä kaseiini-verkossa olevat rasvapisarat etenevät nopeammin ohutsuoleen ja ohutsuolessa ne pilkkoutuvat ruoansulatussyymien avulla nopeammin (Michalski 2006). Homogenoinnin ei ole todettu vaikuttavan maidon muihin kemiallisiin komponentteihin kuten laktoosin olemuotoon tai entsyymien aktiivisuuteen (Rokka ja Korhola 1998).

Kuumennuskäsittelyt

Maitoa ja siitä valmistettavia tuotteita prosessoidaan lähes poikkeuksetta kuumennuskäsittelyin. Käsittelyn tavoitteena on turvallisuuden varmistaminen: ihmisille haitallisten patogeenisten bakteereiden tappaminen, tuotteen säilyvyyden parantaminen sekä joissakin tuotteissa tarvittavien ominaisuuksien parantaminen. Kuumennuskäsittelyn lopputulokseen vaikuttaa käsittelyn intensiteetti eli käytetyn ajan ja lämpötilan yhdistelmä. Käsittelystä riippuen pääosa mikro-organismeista kuolee, entsyymit inaktivoituvat ja maidossa tapahtuu kemiallisia muutoksia. Kuumennus voi aiheuttaa maitoon myös ei-toivottuja muutoksia kuten maidon

ruskistumista, makumuutoksia, ravitsemuksellisen laadun heikkenemistä, bakteeri-inhibiittoreiden inaktivoitumista sekä juoksettavuusominaisuuden heikkenemistä. Tällaiset muutokset ovat pysyviä, palautuvia tai hitaasti palautuvia. Pysyvien muutosten syntymiseen tarvitaan korkean intensiteetin käsittely (Walstra ym. 2006).

Termisointi

Termisointi on lievä lämpökäsittely, jossa maitoa kuumennetaan 20 sekunnin ajaksi 60 - 69 °C:een. Käsittelyllä halutaan tappaa erityisesti kylmässä kasvavia psykrotrofisia bakteereita, jotta ne eivät tuottaisi maitoa pilaavia lämmönkestäviä entsyymeitä. Termisointi tappaa monet mikro-organismit ja inaktivoi osan entsyymeistä, mutta muuten käsittely aiheuttaa vain vähän palautumattomia muutoksia maidon koostumukseen (Walstra ym. 2006). Suomessa termisoitua maitoa käytetään emmentaljuustojen raaka-aineena (Urho 2007).

Pastörinti

Pastörinti-termi kattaa alleen erilaisia ajan ja lämpötilan yhdistelmiä. Käyttyin on matalapastörinti eli 15 sekunnin ja 72 °C:een yhdistelmä ja nopea jäähdytys (Walstra ym. 2006). Muita pastörintimenetelmiä ovat matalamman lämpötilan ja pidemmän ajan kestopuumennus sekä korkeapastörinti (80 - 84 °C 6 s.) (Rokka ja Korhola 1998). Pastörinti tappaa pääosan maidossa olevista ihmisille vaarallisista bakteereista sekä kaikki hiivat ja homeet, mutta käsittely tuhoaa myös harmittomia bakteereja ja entsyymejä (Rokka ja Korhola 1998).

UHT-käsittely

UHT-käsittely (ultra high temperature) eli iskukuumennus on pastörintia intensiivisempi käsittely, jossa mai-

to kuumennetaan 2 - 4 sekunniksi 135 - 150 °C:een (Rokka ja Korhola 1998). Käsittelyn tavoitteena on tuhota maidosta kaikki mikro-organismit, ja siksi iskukuumennusta pidetään kevyenä steriloinnin muotona (Walstra ym. 2006). Suomessa iskukuumennettua maitoa käytetään vähälaktoosisten maitojen, äidinmaidonkorvikkeiden sekä vispi- ja kevytkerman valmistuksessa (Urho 2007).

ESL-käsittely

ESL-käsittely (extended shelf life) asetuu intensiteetiltään pastöroinnin ja iskukuumennuksen väliin. Käsittely tehdään iskukuumennuksen tapaan, mutta kuumennusaika on vain noin sekunti ja lämpötila on 125 - 145 °C. Suomessa ESL-käsittelyä käytetään laktoosittomiin maitojuomiin, minkä vuoksi ne säilyvät hieman pastöroituja maitoja pidempään (Urho 2007).

Sterilointi

Suomessa maitoa ei steriloida toisin kuin useissa Euroopan maissa (Urho 2007). Steriloinnin (10 - 30 min 110 - 135 °C) tarkoituksena on tuhota kaikki maidossa olevat mikro-organismit ja niiden tuottamat itiöt sekä inaktivoida maidon omat entsyymit (Rokka ja Korhola 1998).

Kuumennuskäsittelyjen vaikutukset maidon ominaisuuksiin

Pääosa pysyvistä muutoksista syntyy vasta iskukuumennuksen intensiteetillä. Sterilointi muuttaa maitoa pysyvästi eniten. Pastörointi vaikuttaa lähinnä laktoosin muotoon sekä aiheuttaa joidenkin proteiinien denaturoitumista (Rokka ja Korhola 1998).

Laktoosi reagoi kuumennukseen kahdella tavalla. Pastöroinnissa pääosa laktoosin reaktioista on laktoosin hajoamista glukoosiksi ja galaktoosiksi ja isomeroitumista edelleen muiksi hiiliyhdisteiksi kuten mannoosiksi, fruktoosiksi ja laktuloosiksi (Walstra ym. 2006). Ruoansulatuskanavan laktaasi ei pysty pilkkomaan laktuloosia, minkä vuoksi laktuloosi säilyy sellaisenaan paksusuoleen asti, jossa paksusuolen hyödylliset bifido-bakteerit käyttävät sitä aineenvaihdunnassaan (Huppertz ja Kelly 2009).

Iskukuumennus voi laukaista Maillardin reaktiosarjan, jonka aikana laktoosi ja aminohapot (erityisesti lysiini) reagoivat keskenään. Maillardin reaktio ei ole haitallinen ja sitä ilmeneekin lähes kaikissa ruoanlaittoon ja lämmittämiseen liittyvissä prosesseissa. Monissa elintarvikkeissa sen aiheuttamat muutokset ovat toivottuja. Maidossa muutokset eivät kuitenkaan ole toivottuja, sillä ne aiheuttavat maitoon ruskeaa väriä ja makumuutoksia. Maillardin reaktioon osallistuva lysiini on ihmiselle välttämätön aminohappo. Reaktiossa osa lysiinistä muokkautuu niin, ettei ihmiselimistö pysty sitä hyödyntämään. Iskukuumennuksen ja kolmen kuukauden säilytyksen jälkeen maidon imeytyvästä lysiinistä on hävinnyt kuitenkin vain 2 % ja pastöroinnin jälkeen ei lainkaan. Maidon ravitsemuslaatu ei siis Maillardin reaktion vuoksi juuri heikenne (Walstra ym. 2006).

Pastörointi vaikuttaa eniten maidon proteiineihin, jotka voivat denaturoitua kuumuudesta. Yleisesti denaturoituminen alkaa yli 70 °C:n lämpötilassa. Erityisesti heraproteiinien immunoglobuliinit alkavat denaturoitua, mikä johtaa kylmäsakkautumisen vähenemiseen ja bakteerien kasvua estävän vaikutuksen pienenemiseen (Walstra ym. 2006). Heraproteiinit menettävät muotonsa, ei-

vätkä ne käsittelyn jälkeen pysty enää laskostumaan oikein. Se aiheuttaa rakennemuutoksia, jolloin niiden biologinen toiminta esimerkiksi entsyyminä tai vasta-aineena estyy (Huppertz ja Kelly 2009). Iskukuumennuksessa kaseiinimisellit alkavat kasaantua, jolloin ne muodostavat denaturoituneiden heraproteiinien (70 - 80 % heraproteiineista) kanssa suurempia kaseiinimisellejä, joiden on kuitenkin todettu imeytyvän elimistön käyttöön paremmin (Rokka ja Korhola 1998). Proteiinien ravitsemuksellinen arvo ei siis heikkene kuumenuskäsittelyissä.

Rasvan tai rasvaliukoisten vitamiinien ominaisuuksiin kuumennus ei pääosin vaikuta lainkaan. Iskukuumennuksen jälkeen rasva voi hapettua herkemmin ja sitä kautta pitkällä säilytysajalla virhemakujen riski kasvaa (Rokka ja Korhola 1998). Maidon prosessointi ja säilytys vaikuttaa joidenkin vitamiinien määrään. Esimerkiksi jo alun perin pieni määrä C-vitamiinia häviää kuumennuksen yhteydessä lähes kokonaan. B-ryhmän vitamiineista hajoaa pastöroinnissa 0 - 10 % ja iskukuumennuskäsittelyssä 0 - 20 % (Walstra ym.2006).

Laktoosin pilkkominen

Maidossa on laktoosia noin 4,8 %, jonka määrää voidaan pienentää erilaisin käsittelyin. Vähälaktoosisessa maidossa osa laktoosista on pilkottu glukoosiksi ja galaktoosiksi lisäämällä laktaasi-entsyymiä maitoon. Laktoosi voidaan myös poistaa mekaanisesti kokonaan, jolloin myös maitosokerin sisältämä energia poistuu. Koska maidosta on poistettu muutakin kuin rasvaa, ei sitä elintarvikelainsäädännön mukaan saa kutsua maidoksi vaan tuotetta kutsutaan maitojuomaksi (Urho 2007).

4 Raakamaidon terveysvaikutukset

Elintarviketurvallisuusviraston raakamaito-projektissa haluttiin saada tietoa raakamaidon kuluttajien käytötottumuksista ja näkemyksistä raakamaidosta. Projektia varten laadittu kuluttajakysely oli osoitettu raakamaitoa kuluttaville henkilöille. Kyselyyn oli mahdollisuus vastata Internetissä sekä perinteisesti paperiversiolla, joita sai raakamaidon myyntipaikoista. Kyselyllä pyrittiin selvittämään mistä kuluttajat ostavat raakamaitoa ja kuinka paljon, miten sitä säilytetään ja mihin sitä käytetään (esimerkiksi juomana, leivontaan, viiliksi). Kyselyssä oli myös avoin kysymys raakamaidon käytön syistä (Miksi käytätte raakamaitoa ja/ tai siitä valmistettuja tuotteita?). Vastauksia kyselyyn tuli yhteensä 270, joista kuudessa ei ollut vastausta avoimeen kysymykseen. Avoimen kysymyksen vastaukset luokiteltiin teemoittain. Taulukossa 2 on esitetty luokitellut käyttösyyt sekä niiden yleisyys vastauksista. Samassa vastauksessa on voitu mainita usea käyttösyy, jolloin vastaus on luokiteltu useaan kohtaan. Yleisimmät käyttöperusteet olivat kyselyn mukaan raakamaidon maku (57,6 % vastanneista), luonnollisuus (53,4 %) sekä laktoosintoleranssiin ja vatsan toimintaan liittyvät syyt (50,0 %) (Perkiömäki, Jonna ja Tuominen, Pirkko, julkaisematon havainto).

Taulukko 2. Raakamaito-projektin kuluttajakyselyssä esiintyneet teemoittain luokitellut raakamaidon käyttösyöt sekä niiden yleisyydet vastauksista (n=264) (Perkiömäki, Jonna ja Tuominen, Pirkko, julkaisematon havainto).

| Käytön syy | Vastausten lukumäärä (%-osuus vastanneista) |
|--|---|
| Maku | 152 (57,6) |
| Luonnollisuus / ei käsitelty / maininta käsittelyjen haitoista | 141 (53,4) |
| Laktoosi-intoleranssi / vatsan toiminta | 132 (50,0) |
| Terveyttä edistävä / muu terveyssyy | 131 (49,6) |
| Ravintoaineet / -sisältö, esim. rasva, bakteerit, probiootit | 88 (33,3) |
| Lähiuotannon suosiminen | 42 (15,9) |
| Luomutuotannon suosiminen | 30 (11,4) |
| Allergia / atopia / iho-ongelmat | 25 (9,5) |

Lähes puolet vastanneista perustelee raakamaidon käyttöään sen terveellisyydellä. Raakamaito mielletään yleisesti terveelliseksi tai terveyttä edistäväksi tuotteeksi ilman sen tarkempaa määritelmää mihin maito vaikuttaa. Luonnollisuus, käsittelemättömyys ja huoli meijerikäsittelyjen haitoista nousivat vastauksissa esiin: maito halutaan sellaisenaan, ”niin kuin luonto on sen tarkoittanut”. Raakamaidon alkuperäistä koostumusta pidettiin ravitsemuksellisesti meijerikäsiteltyä maitoa parempana. Luonnollisuus, terveellisyys ja hyvä ravitsemus liitettiin myös vahvasti yhteen. Osa mainitsi välttelyä keinoitekoisia lisä- ja säilöntäaineita, vaikka niitä ei elintarvikelainsäädännön mukaan myöskään meijerikäsittelyissä maidoissa ole. Erilaisissa maitovalmisteissa, kuten jogurteissa, lisä- ja säilöntäaineita voidaan kuitenkin käyttää. Tällöin raakamaidosta itse valmistetut ja kaupasta ostetut tuotteet voivat erota lisä- ja säilöntäaineiden määrässä. Maidon tuotannon luonnonmukaisuus sekä lähiuotannon tukeminen nousivat myös vastauksissa selkeästi esiin. Vajaa kymmenen prosenttia vastanneista koki raakamaidon vaikuttavan ehkäisevästi allergioiden ja iho-ongelmien syntyyn. Seuraavaksi kuluttajien mainitsemia terveyteen liittyviä perusteita käydään kirjallisuuden avulla tarkemmin läpi.

Laktoosi-intoleranssi

Puolet kuluttajakyselyyn vastanneista kertoi voivansa juoda raakamaitoa, vaikka kärsiikin laktoosi-intoleranssista tai muista vatsaoireista, jotka liitettiin maitoon. Raakamaidon kerrottiin aiheuttavan meijerikäsiteltyä maitoa vähemmän laktoosi-intoleranssiin liitettyjä oireita: vatsavaivoja, turvotusta, ripulia, ummetusta ja ilmavaivoja. Moni totesi voivansa juoda myös homogenoitonta kuumennuskäsiteltyä luomumaitoa ilman oireilua. Suomessa 18 % väestöstä kärsii laktoosi-intoleranssista (Mustajoki 2011), ja siksi laktoosi-intoleranssia koskevaa tutkimusta on tehty paljon. Tutkimuksissa ei ole onnistuttu osoittamaan käsittelemättömän maidon aiheuttavan vähemmän oireita (Paajanen ym. 2003, Korpela ym. 2005). Parempaa laktoosinsietokykyä raakamaidon laktoosille ei voida perustella laktoosipitoisuudella, sillä se on maidoissa sama, eikä laktoosi muutu käsittelyjen aikana.

Laktoosi-intoleranssi tarkoittaa tilaa, jossa ohutsuolessa ei ole laktaasientsyymiä riittävästi pilkkomaan laktoosia monosakkarideiksi. Pilkkoutumaton laktoosi jatkaa suolistossa eteenpäin sitoen kudoksista siirtynyttä nestettä. Paksusuolessa bakteerit käyttävät imeytymättömän laktoosin ravinnokseen ja muo-

dostavat kaasuja. Nesteen sitominen ja bakteerit aiheuttavat yhdessä laktoosi-intoleranssin oireet. Oireilu on yksilöllistä ja se riippuu laktaasin määrästä, paksusuolen mikrobifloorasta sekä samanaikaisesti nautitusta muusta ruoasta (Brown-Esters ym. 2011). Laktaasia on erityisesti imeväisikäisen ohutsuolissa, mutta lapsen kasvaessa sen määrä yleensä vähenee. Arvioidaan, että aikuisikäisistä 75 prosentilla laktaasin aktiivisuus on vähentynyt, jolloin laktoosin pilkkominen ja imeytyminen elimistöön ovat eriasteisesti heikentyneet (äärimmäisenä laktoosi-intoleranssi). Laktoosin sietokyvyn säilyminen läpi elämän on 3000–5000 vuotta sitten tapahtuneen geneettisen mutaation tulos (Brown-Esters ym. 2011). Maitosokerin sietäminen aikuisiällä on siis mutaation ansiota. Laktoosi-intoleranssi puhkeaa ihmisille, joiden geeneissä tätä mutuaatiota ei ole tapahtunut.

Korpela ym. (2005) julkaisivat tutkimuksen, jossa laktoosi-intolerantit koehenkilöt nauttivat raakamaitoa, meijerikäsiteltyä täysmaitoa ja rasvatonta maitoa. Kaikki maidot johtivat oireiluun, eikä tilastollisesti merkittävää eroa maitojen välille löytynyt. Tutkimuksessa havaittiin kuitenkin periodivaikutus: maidosta riippumatta ensimmäisenä saatu maito aiheutti toista enemmän oireita. Tätä selitettiin sillä, että laktoosi-intolerantti voi sietää pienen määrän laktoosia, jos se on osana ruokavaliota. Yhtenä syynä raakamaidon ja luomumaidon parempaan laktoosinsietämiseen on esitetty myös homogenoinnin puuttumista. Paajasen ym. (2003) tutkimuksessa ei kuitenkaan nähty eroja koetuissa oireissa, kun laktoosi-intolerantit tutkimushenkilöt joivat homogenoimatonta ja homogenoitua maitoa.

Ruisleipä ja ksylitoli ovat suomalaisessa ruokavaliossa tärkeässä asemassa. Ne voivat aiheuttaa joillekin laktoosi-intoleranssin kaltaisia oireita. Tätä on pidetty yhtenä selityksenä sille, mik-

si osa maidosta oireilevista henkilöistä kokee, että ulkomailla maitoa voi juoda saamatta siitä vatsaoireita. Tällöin selittävät tekijät löytyvät kuitenkin muista ruokavalion osista. Paajanen ym. (2004) tutkivat asiaa kokeella, jossa tällaiset henkilöt ja verrokkit raportoivat ruisleivän ja ksylitolin aiheuttamista vatsavaivoista. Molemmissa ryhmissä oli kokeiden perusteella vain yksi laktoosi-intolerantti. Tuloksena oli, että maidosta oireilevat saivat verrokkejaan merkittävästi enemmän oireita ruisleivästä ja ksylitolista.

Rasvainen ruoka hidastaa ruoan etenemistä ruoansulatuskanavassa. Tällä on arveltu olevan vaikutusta myös laktoosin etenemiseen ja mahdollisesti laktoosin sietoon. Toisaalta esimerkiksi Vesa ym. (1997) tutkivat maidon rasvapitoisuuden vaikutusta laktoosinsietokykyyn. He eivät löytäneet sellaista merkittävää eroa vatsaoireiden yleisyydessä ja vaikeudessa, joka olisi johtunut maitojen erilaisista rasvapitoisuuksista. Raakamaito on rasvaisempaa kuin kaupasta saatu meijerikäsitelty täysmaito, joten rasvapitoisuus voisi kuitenkin olla selittävä tekijä parempaan laktoosinsietokykyyn. Raakamaidosta tehdään usein hapanmaitovalmisteita, joissa maitohappobakteerit ovat hajottaneet laktoosista noin yhden kolmanneksen (Walstra ym. 2006). Siksi hapanmaitovalmisteita, niin raakamaidosta itse kuin teollisesti valmistettuja, siedetään maitoa paremmin.

Vaikka tutkimuksissa ei ole saatu viitteitä raakamaidon sopivuudesta laktoosi-intoleranteille, se ei tarkoita sitä, ettei raakamaito voisi sopia jollekulle käsiteltyä maitoa paremmin. Laktoosi-intoleranssin oireiden kokemus on yksilöllinen ja kokemukseen vaikuttavat monet tekijät. Kuluttajien vastausten perusteella raakamaito vaikutti sopivan monelle laktoosi-intolerantille, minkä vuoksi asiasta kaivattaisiin vielä lisätutkimuksia.

Allergiat, astma ja atooppinen ihottuma

Maatalon lapsilla on tutkitusti vähemmän allergioita (mm. Braun-Fahrlander ym. 1999, Kilpeläinen ym. 2000, Riedler ym. 2001). Tämän taustalla on ajateltu olevan muun muassa lasten varhaiset kosketukset maatalan eläimiin, talleihin ja karsinoihin sekä äidin raskaudenai- kainen työnteke maatilalla. Ilmiötä on tutkittu paljon, mutta vielä on epäselvää, miten eri suojaavat tekijät vaikuttavat allergia- ja astmariskeihin. Osassa tutkimuksia on noussut esiin myös raakamaidon mahdollinen vaikutus, josta on saatu erisuuntaisia tuloksia. Ongelmia on noussut myös raakamaidon käsitteestä. Joissain tutkimuksissa puhutaan tilamaidosta, jonka käsittelystä ei ole tietoa. On oletettavaa, että mahdollinen tilalla tehtävä käsittely olisi jonkinasteinen kuumennuskäsittely, ei niinkään homogenointi.

Vuonna 2001 julkaistussa tutkimuksessa (Riedler ym. 2001) verrattiin astman ja atopian yhteyttä pienten lasten tal- likäyntien määrään ja tilamaidon kulutukseen. Tutkimuksesta selvisi, että alle viiden vuoden ikäisenä tapahtuneet tal- likäynnit ja tilamaidon juominen ovat yhdessä yhteydessä pienempään ast- man, heinänuhan ja atooppisen ihottu- man esiintyvyyteen. Tutkimuksessa ei otettu kantaa, kuinka tilamaitoa oli kä- sitelty, mutta siinä todettiin tilamaidon pääsääntöisesti olevan raakamaitoa.

Suomessa tehty tutkimus (Remes ym. 2003) ei kuitenkaan löytänyt tilastolli- sesti merkitsevää yhteyttä tilamaidon kulutuksen ja atooppisen ihottuman vä- lille. Tutkimuksessa löydettiin selittävä tekijä maatilalla asuneiden lasten vä- häisemmille atopioille aikaisista koske- tuksista maatalan eläinten kanssa. Tutki- jat totesivat kuitenkin, että tämä on yksi osatekijöistä eikä selitä koko ilmiötä.

Perkinin ja Strachanin (2006) tutkimus Englannin maaseudulla asuvista lapsis- ta esittää yhteyden pastöroimattoman maidon juomiselle ja allergioiden ja ato- pian riskin alenemiselle. Tutkimuksessa havaittiin, että pastöroimattoman mai- don käyttö on tilastollisesti merkitse- västi yhteydessä lievempiin ihottuma- oireisiin sekä vähempään atooppisen ihottuman määrään. Yhteys havaittiin sekä tilalla että muualla asuvilla lapsil- la. Yhteys oli riippumaton pastöroimat- toman maidon kuluttamisen säännöl- lisyydestä. Tutkimuksessa selvisi, että tilalla asuminen näyttäisi suojaavan myös astmalta.

Waser tutkimusryhmineen (2007) sel- vitti vajaan 15 000 5–13-vuotiaan lap- sen tilamaidon kulutuksen vaikutusta astmaan ja muihin hengitystieoireisiin. Lapset olivat viidestä Euroopan maasta ja heidän asuinpaikkansa vaihteli maa- tilalta kaupunkeihin. Laajan tutkimuk- sen tulokset osoittivat, että tilamaidon vähäinenkin käyttö jossain lapsuuden vaiheessa riippumatta asuinpaikasta on yhteydessä pienentyneeseen astma- ja allergiariskiin.

Braun-Fahrlander ja von Mutius (2011) selvittivät katsauksessaan allergisten sairauksien ja raakamaidon nauttimisen yhteydestä tehtyjä tutkimuksia. Heidän mukaansa varhaisen lapsuuden aikai- sella raakamaidon juomisella on yhtey- ys pienempään allergia- ja astmariskiin sekä atooppisen ihon kehittymiseen. Yhteisvaikutus maataloilla asuvilla lap- silla pienentää riskiä edelleen. On kui- tenkin vielä epäselvää, mikä tekijä raakamaidossa on tämän taustalla.

Maito itsessään voi olla myös allergi- an aiheuttaja. Lehmänmaitoallergias- sa ihmiselimistö tuottaa vasta-aineita maidon allergeenisia proteiineja (erit. β -laktoglobuliini, α -laktalbumiini ja kaseiinit) vastaan. Maitoallergian oi-

reet vaihtelevat lievästä ripulista vaikeampiin ihotulehduksiin ja astmaan (Michalski ja Januel 2006). Lehmänmaitoallergiaa esiintyy erityisesti pikkulapsilla (2,5 % imeväisikäisistä). Allergia helpottuu yleensä kasvun myötä. Koko aikuisikäisestä väestöstä maitoallergiaa on enää noin kahdella prosentilla. Michalski ja Januel (2006) eivät katsauksessaan löytäneet viitteitä meijerikäsittelyn vaikutuksesta maitoproteiinien aiheuttamiin allergisiin reaktioihin. Katsauksessa todettiin kuitenkin, että muutama prosentti maitoallergisista lapsista sietää paremmin homogeenimatonta maitoa.

Raakamaidon ravintosisältö

Kuluttajien vastauksissa kerrottiin myös raakamaidon sopivuudesta ruokavalioon ("raakamaito sopii vähähiilihydraattiseen ruokavalioon", "ihanteellinen ravintokoostumus", "kaikkia ainesosia oikeassa suhteessa"). Taulukkoon 3 on kerätty THL:n Elintarvikkeiden koostumustietokannan (Fineli) tiedot raakamaidosta ja kolmesta erilaisesta meijerikäsittelystä maidosta. Taulukkoon on valittu perusravintoaineiden lisäksi ne hivenaineet ja vitamiinit, joiden osalta raakamaito eroaa prosessoiduista maidoista.

Taulukko 3. Maitojen tärkeimpiä ravintoainepitoisuuksia (THL 2011)

| Maidot | Perusravintoaineet / 100 g maitoa | | | | Kivennäisaineet / 100 g maitoa | | | Vitamiinit / 100 g maitoa | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|------------|----------------|--------------------------------|---------------|---------------|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---|---------------------------------------|
| | energia kJ (kcal) | hiili- hydraatti g | rasva g | proteiini g | kaliump mg | kalsium mg | fosfori mg | A-vita- miini RAE µg | D-vita- miini µg | K-vita- miini µg | C-vita- miini mg | ribofla- viini (B ₂) mg | B ₁₂ -vita- miini µg |
| Raakamaito 4,4 % rasvaa | 298 (71) | 4,8 | 4,4 | 3 | 160 | 123 | 90 | 40,1 | <0.1 | 0,98 | 1 | 0,18 | 0,4 |
| Täysmaito 3,5 % rasvaa | 265 (63) | 4,8 | 3,5 | 3 | 160 | 124 | 90 | 28,6 | 10* | 0,81 | 1 | 0,18 | 0,4 |
| Rasvaton maito | 142 (34) | 4,9 | 0,1 | 3,1 | 160 | 121 | 90 | 0,8 | 10* | < 0.01 | 1,2 | 0,19 | 0,4 |
| Rasvaton luomumaito | 142 (34) | 4,9 | 0,1 | 3,1 | 160 | 120 | 90 | 0,3 | 0 | < 0.01 | 1,2 | 0,19 | 0,4 |

*VRN (2010)

Taulukosta voidaan havaita, että maitojen rasvapitoisuudet vaikuttavat maitojen energiapitoisuuksiin. A-vitamiinin määrä on raakamaidossa muita suurempi. Vesiliukoisten vitamiinien määrä eri maidoissa on samaa luokkaa. Rasvaliukoissa vitamiineissa eroa tuo rasvapitoisuus, ei niinkään käsittelemättä jättäminen. C-, D- ja K-vitamiinien pitoisuudet ovat luonnostaan pieniä. Homogenoiduissa maidoissa on suositusten mukainen D-vitamiinilisä.

Ajatukset raakamaidon sopivuudesta ruokavalioon ovat perusteltuja. Samat perustelut pätevät kuitenkin myös muihin maitotuotteisiin. Suomalaiset ravitsemussuositukset (VRN 2005) suosittelevat nestemäisiä maitotuotteita käytettäväksi noin puoli litraa päivittäin. Maito on suomalaisille tärkeä muun muassa proteiinin, kalsiumin, fosforin, kaliumin sekä A-, B2- ja B12-vitamiinien lähteenä. Vitaminoidut maidot toimivat D-vitamiinin lähteenä. Maidossa ei ole ravitsemuksellisesti merkittävästi B1-, B6-, C- ja E-vitamiineja, niasiinia tai folaattia.

Raakamaidon rasvapitoisuus ei ole linjassa ravitsemussuositusten kanssa, sillä tämänhetkiset ravitsemussuositukset neuvovat käyttämään vähärasvaisia maitotuotteita. Maidon rasvasta kaksi kolmannesta on kovaa rasvaa, jonka saantia ei tulisi ruokavaliossa ainakaan kasvattaa. Raakamaidon ja käsitellyn täysmaidon korkeaa tyydyttyneiden ja matalaa monitydyttymättömien rasvahappojen määrää voi pitää epäedullisena elimistölle. Vähähiilihydraattisen ruokavalion noudattajat saavat kaikista maidoista saman verran hiilihydraatteja.

Homogenointi vaikuttaa kaseiinien ja rasvapisaroiden samanaikaiseen koaguloitumiseen mahassa, jolloin koaguloituneiden partikkelien rakenne on hienompi ja ne imeytyvät tehokkaammin (Michalski 2007). Tällä on kuitenkin

merkitystä lähinnä ohutsuolen sairauksista kärsiville. Onkin todettu, että maitorasva imeytyy elimistön käyttöön hyvin riippumatta sen fysiologisesta muodosta. Kalsiumfosfaatti-kompleksi on oleellinen luuston kasvun ja ylläpidon kannalta. Maidon kalsium imeytyy elimistöön hyvin ja sitä onkin maidossa suhteessa paljon verrattuna muihin ruoka-aineisiin (Walstra ym. 2006).

Sydän- ja verisuonitaudit

Kuluttajakyselyn raakamaidon käyttäjien vastauksissa ei mainittu lainkaan sydän- ja verisuonitauteja. Vastauksista ilmennyt yleinen käsitys terveellisyydestä saattaa kuitenkin liittyä myös sydän- ja verisuonitauteihin. Tutkimuksia raakamaidon kulutuksen ja sydän- ja verisuonitautien välisestä yhteydestä ei kuitenkaan vielä ole tehty. Muiden maitotuotteiden käytön ja sairastumisriskin yhteydestä tutkimuksia on tehty paljon. Elwood ym. (2004) analysoivat tehtyjä kohorttitutkimuksia ja tulivat siihen tulokseen, että maidon juominen on yhteydessä pienentyneeseen sydänsairauksien ja sydänkohtausten riskiin. Sydän- ja verisuonitaudit alkavat kolesterolitason noususta, joka johtaa valtimokovettumatautiin. Toisaalta maitorasvasta kaksi kolmannesta on kovaa rasvaa, joka vaikuttaa kolesterolitasoihin niitä nostaen. Kymmenen vuoden kohorttitutkimuksessa (Goldbohm ym. 2011) verrattiin maitotuotteiden käyttöä ja kokonaiskuolleisuutta sekä kuolleisuutta sydän- ja verisuonitauteihin. Tutkimuksen mukaan yleisesti maitotuotteiden käyttö ei vaikuta kuolleisuuteen. Poikkeuksena löytyi naisten osalta suuremman voim kulutuksen ja maitorasvan saannin yhteys hieman kasva-neeseen kuolleisuuteen. Runsas kovan rasvan saanti voisi olla tämän havainnon taustalla. Maitotuotteiden vaikutus plasman lipideihin riippuu kuitenkin aina kyseessä olevasta maitotuotteesta ja sen rasvasisällöstä (Michalski 2007).

Tholstrup (2006) teki maitotuotteiden käytöstä ja sydän- ja verisuonitautien yhteydestä laajan katsauksen. Siinäkin tultiin siihen tulokseen, että maitotuotteiden käyttämisellä ei ole yhteyttä sairastumisriskiin terveillä miehillä ja keski-ikäisillä terveillä naisilla. Katsauksessa todettiin myös, että vaikka maito nostaa veren kolesterolipitoisuutta, ei selittävää tekijää löydy kovien juustojen käytöstä. Vuonna 2011 julkaistussa tutkimuksessa (Hjerpsted ym. 2011) vertaillaan juuston ja voin vaikutuksia veren kolesterolipitoisuuksiin. Vaikka maitorasvan määrä oli molemmissa tuotteissa yhtä suuri, olivat tutkimushenkilöiden veren kolesterolipitoisuudet pienemmät juustointervention jälkeen. Syiksi esitettiin juuston korkeaa kalsium- ja proteiinipitoisuutta sekä juustonvalmistuksessa käytettäviä maitohappobakteereja. Juustot tehdään usein homogenoimattomasta maidosta. Siksi myös homogenoinnin osuutta tähän asiaan olisi syytä tutkia. Hjerpsted ym. eivät nosta homogenointia esille mahdollisena selittävänä tekijänä. Michalski (2007) esittää katsauksessaan, että maidon homogenointi saattaa vaikuttaa muokkautuneiden rasvapallosten kautta myös sydän- ja verisuonitautien riskiin. Rasvapallosten membraanista aktivoituu homogenoinnin myötä uusia komponentteja, joiden joukossa olisi terveydelle hyödyllisiä bioaktiivisia peptidejä ja kappa-kaseiinin fragmentteja, mutta myös negatiivisesti vaikuttavia ainesosia. Lisätutkimuksia maidon aktiivisista ainesosista tarvitaan siis tämänkin asian tiimoilta.

5 Yhteenveto ja päätelmät

Maito on monen ainesosan seos, jonka koostumukseen vaikuttaa todella moni tekijä. Lehmän elinolot ja ravinto vaikuttavat jo ennen lypsämistä maidon koostumukseen jopa enemmän kuin tulevat meijerikäsittelyt. On kuitenkin selvää, että meijerissä tehtävät käsittelyt

muuttavat maidon koostumusta ja ominaisuuksia niin positiivisesti kuin negatiivisestikin. Vielä ei ole saatu tarkkaa tietoa siitä, mitä kaikkea käsittelyissä tapahtuu, sillä kaikkia maidon pienimpiä ainesosia ei ole tunnistettu.

Homogenointi ja kuumennuskäsittelyt vaikuttavat maitoon eniten. Kuumennuskäsittelyt näyttäisivät vaikuttavan lähinnä proteiinien muotoon ja maidon mikrobiologiseen koostumukseen. Homogenoinnin aiheuttamia muutoksia on tutkittu paljon ja vaikuttaa siltä, että se muokkaa eniten ihmisen terveyden kannalta tärkeitä ainesosia. Homogenoinnin vaikutuksia ja erityisesti rasvapallosten membraaneja tulisi tutkia edelleen. Jos näyttää siltä, että homogenointi heikentää maidon terveyteen liittyviä ominaisuuksia, tulee käsittelyn tarvetta ja voimakkuutta arvioida uudelleen. Homogenointi tehdään lähinnä aistittavan laadun parantamiseksi, joten turvallisuusperusteita ei homogenointiin kuumennuskäsittelyjen lailla liity. Suomen markkinoilla onkin jo homogenoimatonta luomumaitoa.

Yleisin raakamaidon käyttöperuste kuluttajakyselyn mukaan on sen hyvä maku. Laktoosin sietokyky ja parempi vatsan toiminta mainitaan yli puolissa vastauksista. Tätä tukevaa tutkimustietoa ei kuitenkaan löytynyt. Lisätutkimuksia tarvitaan, jotta saadaan selville se tekijä, joka saa monet sietämään paremmin homogenoimatonta maitoa. Toisaalta laktoosi-intoleranssi on todella yksilöllinen vaiva, ja jokaisella on oma herkkyytensä vatsan alueen venytyksille ja tuntemuksille. Minkä toinen kokee laktoosin aiheuttamana oireiluna voi toiselle olla normaalia vatsantoimintaa. Erilaiset allergiatilat mainitaan noin yhdessä kymmenestä vastauksesta. Tästä löytyi selvimmin tutkimustuloksia: lapsena nautittu raakamaito vähensi allergioiden ja astman riskiä. Maatilalla asuminen alentaa riskiä edelleen.

Kaiken kaikkiaan raakamaidon käyttöön liittyy hyötyjä, joiden vuoksi raakamaitoa voisi suositella käsitellyn maidon sijaan juotavaksi. Valitettavasti kolikon kääntöpuolella on raakamaidon mikrobiologinen vaara. Vaarallisen bakteerin kontaminaatio ei välttämättä näy raakamaidossa. Kontaminaatio voi tapahtua hyvänkin hygienian maitotiloilla. Voimassa olevat lait rajoittavat reilusti raakamaidon myyntimahdollisuuksia, mikä tarkoittaa sitä, ettei raakamaidon myynti ole tiloille kovin kannattavaa liiketoimintaa. Tällä voidaan ajatella olevan kuitenkin myös positiivisia vaikutuksia kuluttajan kannalta, sillä nyt raakamaitoa myyvät ainoastaan asiaan perehtyneet maitotilalliset. Jos raakamaidon myynti vapautettaisiin täysin, olisi vaarana raakamaitovälitteisten vakavien ruokamyrkytystapausten kasvu. Toisaalta hyvin moni vastanneista kertoi

käyttävänsä raakamaitoa ruoanvalmistukseen, jolloin raakamaidon bakteerit tappava kuumennuskäsittely tapahtuu kuluttajan keittiössä.

Luonnollisuus ja raakamaidon ”aito maku” ovat raakamaidon kuluttajalle tärkeitä asioita. Näiden lisäksi yhä enenevässä määrin arvostetaan myös luomu- ja lähituotantoa, mikä näkyy lisääntyneenä raakamaidon kysyntänä. Raakamaidon kuluttajan tulisi jatkossakin saada ostaa raakamaitoa, mutta hänen olisi hyvä tiedostaa siinä piilevät riskit. Tulevaisuudessa tarvittaisiin nopeita mikrobien tunnistusmenetelmiä, joilla saataisiin varmistettua jokaisen raakamaitoerän mikrobiologinen laatu. Näin kuluttaja saisi varmasti turvallista maitoa sellaisenaan, ”niin kuin luonto on sen tarkoittanut”.

Viitteet

Braun-Fahrländer C, Gassner M, Grize L ym. Prevalence of hay fever and allergic sensitization in farmer's children and their peers living in the same rural community. *Clin Exp Allergy* 1999;29:28-34.

Braun-Fahrländer C, von Mutius E. Can farm milk consumption prevent allergic diseases? *Clin Exp Allergy* 2011;41:29-35.

Brown-Esters O, Mc Namara P, Savaiano D. Dietary and biological factors influencing lactose intolerance. *Int Dairy J* 2011 (painossa).

Elintarvikelaki. 23 / 13.1.2006.

Elwood PC, Pickering JE, Hughes J, Fehily AM, Ness AR. Milk drinking, ischaemic heart disease and ischaemic stroke II. Evidence from cohort studies. *Eur J Clin Nutr* 2004;58:718-24.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus eläinperäisiä elintarvikkeita koskevista erityisistä hygieniasäännöistä. 2004. (EY) N:o 853/2004.

Goldbohm RA, Chorus AMJ, Garre FG, Schouten LJ, van den Brandt PA. Dairy consumption and 10-y total and cardiovascular mortality: a prospective cohort study in the Netherlands. *Am J Clin Nutr* 2011;93:615-27.

Hjerpsted J, Leedo E, Tholstrup T. Cheese intake in large amounts lowers LDL-cholesterol concentrations compared with butter intake of equal fat content. *Am J Clin Nutr* 2011;94:1479-84.

Huppertz T, Kelly AL. Properties and constituents of cow's milk. Kirjassa: Tamime AY, toim. Milk processing and quality management. Blackwell Publishing Ltd. 2009;23-47.

ICMSF. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Milk and dairy products. Kirjassa: Microorganisms in foods 6: Microbial Ecology of food commodities, 2. painos. Kluwer Academic/Plenum, New York. 2005; 643-715.

Jokela M, Jaakkola S, Huhtanen P. Ruokinnan vaikutus maidon koostumukseen ja laatuun. Teoksessa: Jokela M, Jaakkola S, Huhtanen P ym. Keskeisten alkutuotantotekijöiden ja prosessoinnin vaikutus maidon laatuun. Kirjallisuuskatsaus. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A41. Jokiainen. 1998:13-62.

Kilpeläinen M, Terho EO, Helenius H, Koskenvuo M. Farm environment in childhood prevents the development of allergies. *Clin Exp Allergy* 2000;30:201-8.

Korpela R, Paajanen L, Tuure T. Homogenization of milk has no effects on the gastrointestinal symptoms of lactose intolerant subjects. *Milchwissenschaft* 2005;60:3-6.

Michalski MC, Januel C. Does homogenization affect the human health properties of cow's milk? *Trends Food Sci Technol* 2006;17:423-37.

Michalski MC. On the supposed influence of milk homogenization on the risk of CVD, diabetes and allergy. Review article. *Br J Nutr* 2007; 97:598-610.

Mustajoki P. Laktoosi-intoleranssi. <http://www.terveyskirjasto.fi>. Artikkelin dlk00038 (005.203). Lääkärikirja Duodecim. Duodecim 28.11.2011.

Paajanen L, Tuure T, Poussa T, Korpela R. No difference in symptoms during challenges with homogenized and unhomogenized cow's milk in subjects with subjective hypersensitivity to homogenized milk. *J Dairy Res* 2003;70:175-9.

Paajanen L, Tuure T, Korpela R. Impaired tolerance of indigestible carbohydrates in adults with subjective milk intolerance. *Scan J Nutr* 2004;48:131-5.

Perkin MR, Strachan DP. Which aspects of the farming lifestyle explain the inverse association with childhood allergy? *J Allergy Clin Immunol* 2006;117:1374-81.

Remes ST, Iivanainen K, Koskela H, Pekkanen J. Which factors explain the lower prevalence of atopy amongst farmers' children? *Clin Exp Allergy* 2003;33:427-34.

Riedler J, Braun-Fahrlander C, Eder W ym. Exposure to farming in early life and development of asthma and allergy: a cross-sectional survey. *Lancet* 2001;358:1129-33.

Rokka T, Korhonen H. Prosessoinnin vaikutus maidon laatuun. Teoksessa: Jokela M, Jaakkola S, Huhtanen P ym. Keskeisten alkutuotantotekijöiden ja prosessoinnin vaikutus maidon laatuun. Kirjallisuuskatsaus. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisu. Sarja A41. Jokiainen. 1998:63-76.

THL. Terveysten ja hyvinvoinnin laitos. Ravitsemusyksikkö. Fineli. Elintarvikkeiden koostumustietopankki. Versio 11 (1.6.2010). Ravintotekijät raaka-aineluokittain: Maito. <http://www.fineli.fi/>.

Tholstrup T. Dairy products and cardiovascular disease. *Curr Opin Lipidol* 2006;17:1-10.

Tike. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. Ravintotase 2010 (ennakotiedot) 6.7.2011.

Touch, V. & Deeth, H.C. Microbiology of raw and market milks. Kirjassa: Tamime AY, toim. Milk processing and quality management. Blackwell Publishing Ltd. 2009; 48-71.

Urho U-M, toim. Maitotietoa - tietoa maidosta ja ravitsemuksesta, 13. uudistettu painos. Maito ja Terveys ry. 2007. http://www.maitojaterveys.fi/www/fi/liitetiedot/Maitotietoa_A5_36_net.pdf.

Valio Oy. Maidon käsittely (päivitetty 30.3.2011). www.valio.fi/tuotteet/artikkeli/maidon-kasittely-1/.

Vesa TH, Lember M, Korpela R. Milk fat does not affect the symptoms of lactose intolerance. *Eur J Clin Nutr* 1997;51:633-6.

VRN. Valtion ravitsemusneuvottelukunta. D-vitamiinityöryhmän raportti. MMM021:00/2008. 2010. <http://www.ravitsemusneuvottelukunta.fi/attachments/vrn/d-vitamiiniraportti2010.pdf>.

VRN. Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Suomalaiset ravitsemussuositukset - ravinto ja liikunta tasapainoon. 2005.

Walstra P, Wouters JTM, Geurts TJ. Dairy Science and Technology. 2. painos. CRC Press. Taylor & Francis Group. Boca Raton. 2006.

Waser M, Michels KB, Bieli C ym. Inverse association of farm milk consumption with asthma and allergy in rural and suburban populations across Europe. *Clin Exp Allergy* 2007;37:661-70.

